

PRODUCTIVIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. PRODUCCIÓN
VEGETAL, ANIMAL, FORESTAL

VARIABLES CLIMÁTICAS QUE DETERMINAN LA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO DEL GIRASOL EN TRES REGIONES GIRASOLERAS

Arce de Caram, G.¹; Valentinuz, O.²; Angeloni, P. N.¹; Prause, J.¹

¹Cátedra de Agroclimatología. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE.

²Cátedra de Cereales. Facultad de Ciencias Agrarias. UNER.- EEA Paraná del INTA

E-mail: gladisarce@agr.unne.edu.ar

Palabras clave: ambiente- clima- girasol-

INTRODUCCIÓN

El objetivo del cultivo de girasol es la obtención de mejores rendimientos en grano y mayor porcentaje de aceite, ambos parámetros están relacionados positivamente (Aguirrezábal, *et al.*, 1996).

El rendimiento del girasol (peso de frutos por unidad de superficie) puede ser dividido en diferentes componentes. Estos componentes son el número de capítulos por unidad de superficie, el número de frutos llenos por capítulo y el peso individual de esos frutos (Aguirrezábal *et al.*, 1996). Los componentes del rendimiento del cultivo de girasol se definen en diferentes períodos del ciclo ontogénico del vegetal, es decir que se van determinando durante el crecimiento y desarrollo del mismo. El desarrollo fenológico está dado por la secuencia de fases que van teniendo lugar a lo largo del tiempo (Trápani *et al.*, 1999).

Por otro lado se conoce que el ambiente en que crece el cultivo puede modificar de manera importante la expresión del potencial genético del cultivo (López Pereyra *et al.*, 2004). Por ello conocer el momento en que se definen los distintos componentes del rendimiento y el efecto de los factores ambientales sobre los mismos, puede ayudar a detectar los “estadios críticos” para la definición del rendimiento. (Aguirrezábal *et al.*, 1996). Muchos de los factores ambientales no son controlables, las variaciones de algunos de ellos son esperables y relativamente predecibles como por ejemplo los cambios en la temperatura y radiación solar incidente a lo largo del ciclo de cultivo, etc. Sin embargo es posible a través de simples prácticas agronómicas como fecha de siembra, ciclo del híbrido, etc., optimizar el aprovechamiento de los recursos ambientales en los períodos críticos en que se determinan los componentes del rendimiento con las épocas de la estación en que hay más recursos para el cultivo. (Aguirrezábal *et al.*, 1996).

El girasol se siembra en distintas regiones que van desde la latitud de 26°S hasta el Sur 39°S, en la prov. de Buenos Aires. Las principales zonas de cultivo abarcan las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Santiago del Estero y Chaco (De la Vega, 2001). Con el objetivo de caracterizar climáticamente el ambiente de la estación de crecimiento del cultivo

de girasol en tres áreas girasoleras representativas del país se analizaron los datos de temperaturas máximas y mínimas, radiación global y precipitaciones de cada localidad durante tres ciclos agrícolas.

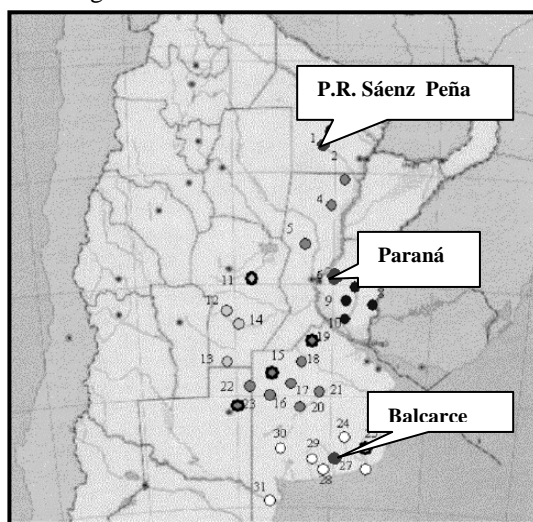


Figura 1. Ubicación geográfica de P. R. Sáenz Peña; Paraná y Balcarce.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para caracterizar las relaciones entre las variables climáticas de cada región se utilizaron los datos climáticos diarios de de las localidades de Sáenz Peña (26° 52'S; 60° 27'W; altitud: 90 m.s.n.m.); Paraná (31° 50'S, 60° 31' W, altitud: 110 m.s.n.m.) y Balcarce (37°45'S, 58°18'W, altitud 130 m.s.n.m) (ver Figura 1), utilizando las temperaturas máximas y mínimas, radiación global y precipitaciones durante los tres ciclos agrícolas (2003-2004; 2004-2005 y 2005-2006).

Éstos fueron provistos por cada una de la E.E. de INTA de las tres localidades y corresponden a las variables que posee mayor influencia sobre el cultivo. Los datos se analizaron estadísticamente con los procedimientos incluidos en el programa INFOTAT. Se usó el análisis de componentes principales (ACP) entre las variables climáticas y posteriormente se construyó un biplot (Gabriel, 1971).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de componentes principales para la comparación climática a través de las variables temperatura, radiación y precipitaciones reveló que la mayor parte de la variabilidad total del conjunto de datos fue explicada por las dos primeras

componentes principales (CP1 y CP2). Esto indicaría que la información puede ser representada en dos dimensiones mediante un par de ejes coordenados sin pérdida de información (Figura 1). De los datos del CP1 analizados, surge que la localidad de Balcarce difiere con respecto a las de Sáenz Peña y Paraná, como consecuencia de las diferencias los valores de radiación global ($r=0,93$) y de las precipitaciones ($r = 0,95$). Balcarce, se caracteriza por poseer temperaturas y precipitaciones adecuadas a los requerimientos del cultivo, especialmente en los períodos críticos durante la floración y llenado de grano. Esto, permite lograr rendimientos reales cercanos al rendimiento potencial (Connor y Sadras, 1992; Cantagallo *et al.*, 1997; Connor y Hall, 1997).

A su vez el CP2, indica que la principal diferencia entre la localidad de Paraná con respecto a la de Sáenz Peña, se manifiesta como consecuencia de las temperaturas mínimas ($r=0,75$). En Paraná la estación de crecimiento del girasol se extiende por un período de aproximadamente ocho meses (Agosto-Marzo), permitiendo una mayor ventana de siembra con respecto a Balcarce.

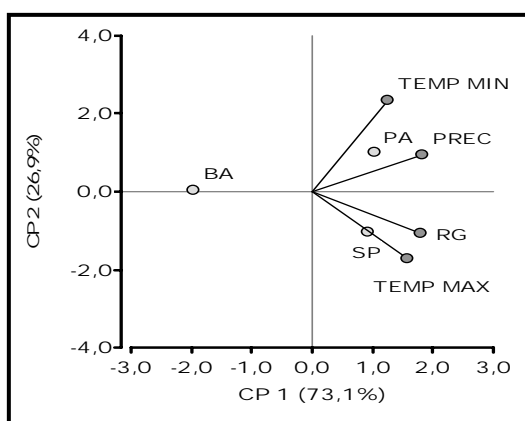


Fig 1. Biplot de la caracterización climática de las localidades. BA = Balcarce, PA = Paraná y SP = Sáenz Peña. TEMP MIN = temperatura mínima diaria, TEMP MAX= temperatura máxima diaria; PREC = lluvias registradas y RG = Radiación global diaria incidente. Período 2003-2006.

Para la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña la estación de crecimiento se caracteriza por la alta radiación incidente, que se traduce en altas temperaturas y la falta de agua en el momento de la siembra que coincide con la presencia de una estación seca (junio–noviembre).

CONCLUSIONES

Se concluye que: i) los valores de radiación global y de las precipitaciones determinaron que Balcarce difiere con respecto a Sáenz Peña y Paraná y ésta última se diferencia de la de Sáenz Peña, por sus temperaturas mínimas; ii) Balcarce se caracteriza por poseer temperaturas y precipitaciones adecuadas a los requerimientos del cultivo, especialmente en los períodos críticos durante la floración y llenado de grano; iii) Paraná

posee una estación de crecimiento para el girasol que se extiende por un período de aproximadamente ocho meses (Agosto-Marzo), permitiendo una mayor ventana de siembra con respecto a Balcarce; iv) Roque Sáenz Peña posee una alta radiación incidente, que se traduce en elevadas temperaturas del aire y sumado a la falta de agua en el momento de la siembra (junio–noviembre), limitada las siembras tempranas.

REFERENCIAS

- Aguirrezábal, L.A.N., Orioli, G.A., Hernández L.F., Pereyra V.R, Miravé, J.P., 1996. Girasol: aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. Editorial Unidad Integrada Balcarce (Balcarce, Argentina). 127 pp.
- Cantagallo, J.E., Chimenti, C.A., Hall, A.J., 1997. Number of sedes per unit area in sunflower correlates well with a photothermal quotient. *Crop Sci.* 37, 1780–1786.
- Connor, D.J., and Hall, A.J., 1997. Sunflower physiology. In: A.A. Schneiter (Editor), *Sunflower Technology and Production*. American Soc. of Agronomy, Crop Science Soc. of America, Soil Science Soc. of America. Madison, WI, USA. pp. 113-182.
- Connor, D.J. and Sadras, V.O., 1992. Physiology of yield expression in sunflower. *Field Crops Res.*, 30: 333-389.
- De La Vega, A. 2001. Interacción genotipo por ambiente en girasol (*Helianthus annuus* L.): megaambientes, selección indirecta y bases fisiológicas de la adaptación a ambientes subtropicales. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- Gabriel, K.R., 1971. The biplot-graphical display of matrices with applications to principal component analysis. *Biometrika* 58: 453-467.
- InfoStat (2009). InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- López Pereyra, M. y Otegui, M.E. 2004. Fecha de siembra. Capítulo 12. En: *Producción de Cultivos de Grano. Bases funcionales para su manejo*. (Ed. Pascale, A.J.) Editorial de la Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 783 pp.
- Trápani, N.; Sadras, V.; y López Pereyra, M. 1999. Desarrollo, crecimiento y generación del rendimiento en el cultivo de girasol. *Girasol: Cuaderno de Actualización Técnica* N° 62.CREA. 6-13.

LA PRECIPITACIÓN COMO ADVERSIDAD METEOROLÓGICA, VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN URBANA Y RURAL EN LA PLATA

Asborno, M.D.; Pardi, H.M.

Climatología y Fenología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF - UNLP). Departamento Ambiente y Recursos Naturales. Av. 60 y 118 s/n. (1900) La Plata. Argentina.

E-mail: masborno@agro.unlp.edu.ar

Palabras clave: precipitación, adversidades meteorológicas

INTRODUCCIÓN

El cambio climático afecta tanto a sistemas naturales como antrópicos. Ambos tienen estrategias de adaptación naturales, pero no son suficientes para afrontar los impactos que asociados a la variabilidad del clima y sus efectos. La mayoría de las zonas del mundo son vulnerables a los efectos del cambio climático, aunque la repercusión es mayor en los países en desarrollo; debido a las características de la geografía física, donde se encuentran litorales largos y bajos, y en particular en los pequeños Estados insulares que sufren ya graves inundaciones, sequías, tormentas tropicales, intrusión del agua salada, daños en arrecifes de coral, y cambios en las pautas migratorias de peces. (UNFCCC. 2004)

La habilidad de los sistemas humanos de adaptarse y enfrentarse al cambio climático depende de factores tales como la riqueza, la tecnología, la educación, la información, la infraestructura, el acceso a los recursos y las capacidades administrativas. (IPCC. 2001)

El riesgo directo que en más partes del mundo afecta a los asentamientos humanos como consecuencia del cambio climático es el de inundaciones, agravados por el aumento previsto de la intensidad de las lluvias y, en las zonas costeras, por la elevación del nivel del mar.

Uno de los impactos más importantes a que se expone la población urbana y rural de La Plata, es a las fuertes tormentas, esto produce impactos a nivel de inundaciones, por el colapso de los sistemas de drenaje. Este problema desencadena accidentes en los habitantes en el área de infraestructura, economía, costo social en los asentamientos, enfermedades, deterioro cultural y ambiental.

Se plantea la hipótesis que el incremento de las precipitaciones fuertes de corto periodo aumenta la vulnerabilidad de la población a las inundaciones, siendo las áreas vulnerables aquellas que se encuentran ubicadas a poca altura del nivel del mar, donde se hallan asentadas poblaciones populosas.

El objetivo de este trabajo es conocer y analizar las precipitaciones de regular intensidad, intensas y copiosas de corto periodo, registradas en La Plata

durante 39 años, los casos extremos ocurridos y detectar su impacto sobre la población.

MATERIALES Y MÉTODO

Se contó con registros pluviométricos de la Sección Agrometeorología (FCAyF), datos del Servicio Meteorológico Nacional y otros organismos. Se computaron los días con lluvias de regular intensidad (mayores a 40 mm), correspondientes al período 1970 - 2009, y los casos extremos (mayores o iguales a 100 mm) registrados entre 1901 - 2009. La vulnerabilidad a las inundaciones se analizó interpretando cartografía y mapas de la ciudad.

Se visitaron sectores damnificados y personas directamente afectadas por estos eventos. Se realizaron entrevistas en el lugar donde los habitantes afectados proponen soluciones para la adaptación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ciudad de La Plata se encuentra al Noreste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, está ubicada entre los 34° 55' 11" latitud Sur, y 57° 57' 36" longitud Oeste. Abarca una superficie de 940.38 km². Se ubica entre los 2.5 y 20 metros sobre el nivel del mar (IGM, 1952).

Durante el período analizado (1970-2009) se observa un aumento de la precipitación de regular intensidad que se ha registrado en la localidad. Asimismo, se encontró una tendencia positiva leve en estas lluvias diarias iguales o mayores a 40 mm; en contraste con la observada hasta 2002 (Asborno y Pardi, 2006).

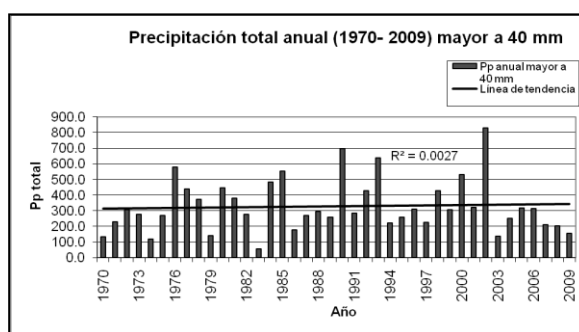


Figura 1: Evolución de la precipitación total anual (1970- 2009) mayor a 40 mm diarios en La Plata.

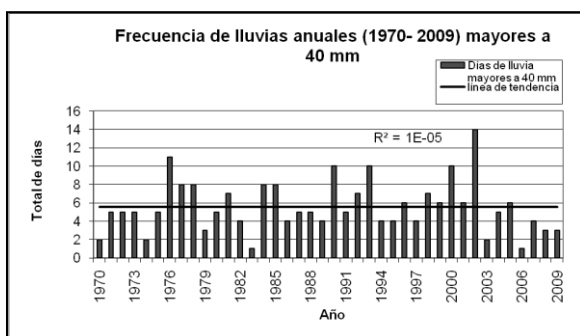


Figura 2: Días del año (1970-2009) con precipitación total mayor a 40 mm diarios.

Se observa alta variabilidad anual en el número de días con eventos mayores a 40 mm diarios. La tendencia durante este período no muestra pendiente alguna.

Encontramos que la precipitación promedio anual mayor a 40 mm no es una variable que tienda a aumentar a través de los años (Figura 3).

Con respecto a los eventos extremos de precipitación, mayores a 100 mm diarios, se detectaron 32 casos entre 1901 y 2009, destacando que 22 de esas lluvias ocurrieron entre 1955 y 2009. Se observó la inclemencia de 6 lluvias de corto período, consideradas excepcionales (195mm: 16/05 al 07/06 de 2000 a 274mm: 22 al 27 de marzo de 1988, valor mínimo y máximo, respectivamente), habiéndose registrado 5 casos entre 1988 y 2000, en correspondencia con el cambio climático y/o variaciones del clima, corroborando lo señalado por distintos autores en las últimas décadas. El último evento extremo fue el día 28 de febrero de 2008 (118mm); mientras que el mayor registro excepcional (216mm) corresponde a mayo de 2000.

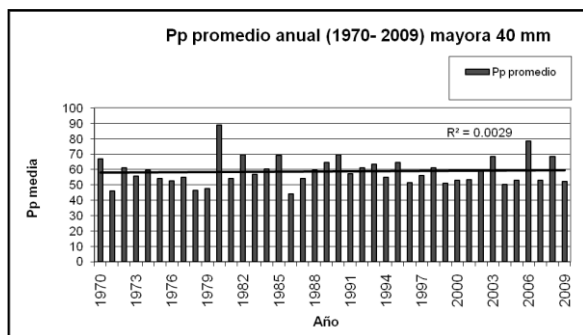


Figura 3: Precipitación media anual (1970-2009) mayor a 40 mm diarios en La Plata.

La cartografía disponible (Figura no presentada) permite detectar que los sectores más vulnerables son los localizados en área de pendientes, puesto que el drenaje superficial de la ciudad esta interrumpido por varios obstáculos y construcciones antrópicas.

La ciudad de La Plata esta trazada de manera ordenada, sin embargo la cruzan 3 cursos de agua importantes como lo son el Arroyo Pérez, Arroyo Regimiento, y Arroyo Jardín Zoológico, que no siguen el trazado construido por el humano.

CONCLUSIONES

La posición geográfica de La Plata, las características geomorfológicas que presenta y su red pluvial, ponen en evidencia que la ciudad se encuentra vulnerable a eventos de precipitaciones extremas y excepcionales, determinan la ocurrencia de inundaciones y anegamientos, que provocarían pérdidas económicas, ambientales y sociales a la población urbana y rural.

Las lluvias de regular intensidad registradas en la localidad entre 1970 y 2009 y su frecuencia no resultarían en adversidad meteorológica en la región.

REFERENCIAS

- Asborno, M.; Pardi, M. 2006. Variación climática de las lluvias registradas en Los Hornos. 2006. XI Reunión Argentino de Agrometeorología. La Plata. Trabajo N° 39. En Libro "La Agrometeorología y el Desarrollo Local" 1ª Edición – La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 1. Agrometeorología CDD 630.251 5. ISBN 950-34-0374-X.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2001. Tercer Informe de Evaluación. *Impactos, adaptación y vulnerabilidad* Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico. Grupo de trabajo II. Reino Unido. <http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg2s.pdf>
- IGM. 1952. Carta Topográfica de la República Argentina, La Plata, realizada y publicada por el Instituto Geográfico Militar.
- UNFCCC. 2004. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Los 10 Primeros Años. Secretaría del Cambio Climático. Bonn Alemania.

MICROCLIMA E QUALIDADE DE FRUTOS DE MACIEIRA SOB TELA ANTIGRANIZO

Bosco, L.C.¹; Silveira Cardoso, L.¹; De Paula, V.A.¹; Bergamaschi, H.¹; Correa Brauner, P.¹; Casamali, B.¹; Santos, V.R.¹; Marodin, F.A.¹; Santos, H.P.²; Marodin, G.A.B.³

¹Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsistas do CNPq. Caixa Postal 15.100, CEP 91501.970, Porto Alegre, RS, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil.

³Departamento de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

E-mail: leosaneb@yahoo.com.br

Palavras chave: *Malus domestica*, radiação fotossinteticamente ativa, coloração fruto

INTRODUÇÃO

Os pomares de maçã no Brasil estão localizados no Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), ocupando uma área aproximada de 34 mil hectares e envolvendo cerca de 2600 produtores. O município de Vacaria é o principal produtor do RS, sendo esta cultura a base econômica do município. O granizo é um dos principais problemas enfrentados pelos produtores de maçãs na Região Sul do Brasil. A sua ocorrência tem maior frequência na primavera, especialmente nos meses de outubro e novembro, período de crescimento vegetativo, florescimento e frutificação em macieira.

A utilização de métodos mais eficientes na proteção das plantas contra o granizo é importante para evitar perdas nos pomares. As opções mais comuns de proteção hoje são o seguro dos pomares e a utilização de telas antigranizo sobre as plantas (Yuri, 2003). O custo do seguro em curto prazo é menor do que das telas antigranizo, porém, a perda de produção em caso do granizo representa um problema para as empresas que desejam manter clientes e também resulta em danos para o pomar, podendo comprometer as produções futuras. As telas antigranizo constituem, atualmente, o único meio eficaz para proteção dos pomares, mas podem alterar o microclima (Iglesias & Alegre, 2006).

A eficiência das telas antigranizo na proteção de frutos e seus efeitos sobre a interceptação da radiação e na qualidade dos frutos tem sido investigada em vários locais do mundo. Entretanto, há pouca informação sobre esses efeitos nos pomares de macieira do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o microclima em pomares de macieira cobertos por tela antigranizo e seus efeitos sobre a qualidade dos frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar comercial no Município de Vacaria, RS, 28°22'52,1"S e 50°50'46,3"W, 930 m de altitude, durante dois ciclos produtivos (2008/2009 e 2009/2010). O clima da região é temperado úmido de verões amenos, do tipo Cfb pela classificação

de Köppen. A cultivar de macieira avaliada foi 'Royal Gala', sendo as plantas conduzidas em líder central com apoio.

O pomar comercial foi dividido em quadras, das quais foram utilizadas duas para o experimento, uma em frente à outra na direção norte-sul. As plantas da quadra ao norte estavam cobertas com tela antigranizo, enquanto que para as plantas da quadra ao sul não se utilizou cobertura. A tela antigranizo é de cor preta, com malha de 4x7 mm e foi instalada um ano após o plantio das mudas, sobre uma estrutura fixa.

Para o monitoramento micrometeorológico foram instalados sensores nos pomares descoberto (céu aberto) e coberto (sob tela antigranizo). Mediu-se radiação fotossinteticamente ativa (RFA) com barras providas de células fotovoltaicas, temperatura e umidade do ar com psicrômetros de pares termoeletrônicos, velocidade do vento com anemômetros de pulso elétrico e precipitação pluvial com pluviômetro eletrônico. A precipitação foi medida no pomar sob cobertura, do terceiro decêndio de janeiro ao terceiro decêndio de março de 2009 e do terceiro decêndio de novembro ao segundo decêndio de dezembro de 2009. Junto ao experimento foi instalada uma estação meteorológica automática para medições meteorológicas em nível de macroescala. Todos sensores foram conectados a sistemas de aquisição de dados com leituras a cada 30 s e médias armazenadas a cada 30 min.

Para avaliar a qualidade de frutos foram realizadas análises de pós-colheita em 30 frutos coletados em plantas marcadas nos tratamentos descritos. As amostras foram analisadas no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura da UFRGS. As variáveis analisadas foram firmeza de polpa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e coloração dos frutos. A firmeza da polpa foi determinada através de um penetrômetro, com ponteira de 11 mm. O teor de SST foi obtido por refratômetro digital portátil. A ATT foi determinada titulando-se 6g de suco diluído em 90 mL de água destilada com hidróxido de sódio 0,1 N até pH 8,1. A cor da epiderme dos frutos foi medida com colorímetro Konica/Minolta, utilizando o sistema de coordenadas L*a*b*, para índice de cor (a+b) e chroma (a*2+b*2)^{1,5}. A

análise dos dados de qualidade de frutos foi realizada considerando-se um experimento fatorial (2 ambientes x 2 safras) no delineamento inteiramente casualizado. Aos resultados obtidos aplicou-se a análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os anos das avaliações experimentais tiveram diferentes condições meteorológicas. Em nível de macroescala, em média a radiação global e a velocidade do vento foram 10% e 70% maiores em 2008/2009 que em 2009/2010, respectivamente. No entanto, em 2009/2010 houve maior precipitação pluvial, maior temperatura e umidade relativa do ar.

A tela antigranizo reduziu RFA em média 32%, mas a redução foi maior no período mais chuvoso (2009/2010). A precipitação teve pequena variação entre ambientes (Figura 1), enquanto temperatura e umidade relativa do ar praticamente não foram influenciadas pela tela. Houve aumento na temperatura média de 0,5°C e 0,3°C em 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente. A tela reduziu a velocidade do vento em cerca de 42%.

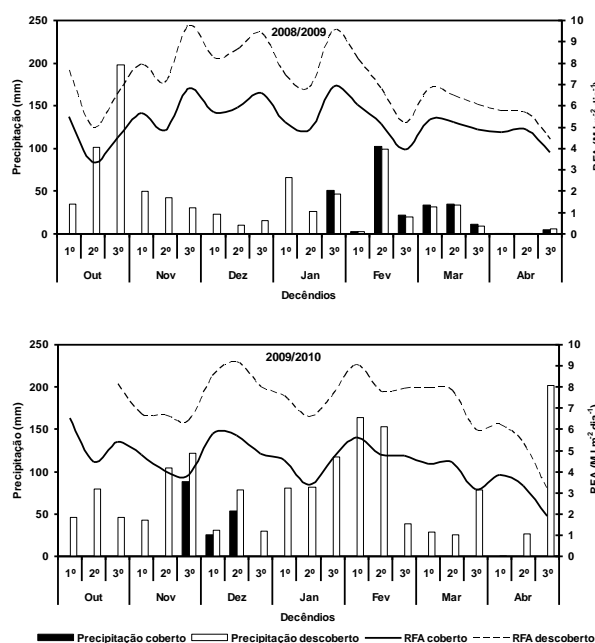


Figura 1. Precipitação pluvial e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em pomar de macieira 'Royal Gala' sob tela antigranizo (coberto) e em céu aberto (descoberto) em 2008/2009 e 2009/2010. Vacaria/RS, Brasil.

A cobertura do pomar com tela antigranizo preta interceptou RFA, porém não provocou resfriamento do ar. Portanto, a redução do vento no pomar com tela não permite renovação contínua do ar, resultando em pequeno aumento da temperatura, principalmente nas horas mais quentes do dia. Este efeito também foi observado em estufas (Buriol *et al.*, 1997) e em coberturas plásticas sobre videiras (Cardoso *et al.*, 2008).

Nos parâmetros de qualidade dos frutos (Tabela 1) as interações entre ambientes e safras não foram significativas. Assim, as comparações se referem às médias dos efeitos principais. Em céu aberto os frutos tiveram maior teor de SST e maior intensidade de cor do que sob tela (Tabela 1). Essas diferenças podem ser atribuídas às alterações do microclima do pomar. Segundo Arakawa (1988), luz e temperatura são elementos determinantes para pigmentação e acúmulo de açúcares em maçãs. Na safra de 2009/2010 o teor de ATT, SST e coloração dos frutos foram maiores que em 2008/2009. Estas diferenças podem ser atribuídas às temperaturas mais elevadas no período de maturação dos frutos em 2009/2010.

Tabela 1. Acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), índice de cor (IC), chroma e firmeza de polpa em macieiras 'Royal Gala' sob tela antigranizo e em céu aberto, em 2008/2009 e 2009/2010. Vacaria/RS, Brasil.

Ambiente	ATT (%)	SST (°Brix)	IC	chroma	Firmeza (N)
Em céu aberto	0,37 A	13,3 A	55,6 A	41,1 A	74,0 A
Sob tela antigranizo	0,37 A	12,9 B	50,0 B	37,2 B	72,4 B

Safra	ATT (%)	SST (°Brix)	IC	chroma	Firmeza (N)
2008/2009	0,30 B	12,3 B	48,2 B	35,9 B	77,5 A
2009/2010	0,43 A	13,8 A	57,1 A	42,0 A	68,9 B

Letras maiúsculas iguais indicam ausência de diferença na coluna

CONCLUSÃO

A cobertura por tela antigranizo e as condições meteorológicas do ano de produção interferem na qualidade dos frutos da cultivar 'Royal Gala'.

REFERÊNCIAS

- Arakawa, O. 1988. Characteristics of colour development in some apple cultivars: changes in anthocyanin synthesis during maturation as affected by bagging and light quality. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, v.57, p.373-375.
- Buriol, G.A.; Luft, S.V.L.; Heldwein, A.B.; Streck, N.A.; Schneider, F.M. 1997. Efeito da ventilação sobre a temperatura e umidade do ar em túneis baixos de polietileno transparente e o crescimento da alface. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.5, p.17-24.
- Cardoso, L.S.; Bergamaschi, H.; Comiram, F.; Chavarria, G.; Marodin, G.A.B.; Dalmago, G.A.; Santos, H.P.; Mandelli, F. 2008. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.4, p.441-447.
- Iglesias, I.; Alegre, S. 2006. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. *Journal of Applied Horticulture*, v.8, n.2, p. 91-100.
- Yuri, H.M. 2003. Gestão de risco de granizo pelo seguro e outras alternativas: estudo de caso em pomares de maçã de Santa Catarina. 145p. Dissertação (Mestrado) - USP, Piracicaba.

SEQUESTRO DE CARBONO EM SISTEMA AGROFLORESTAL DE CAFÉ COM *Mimosa scabrella* (bracatinga) NO NORTE DO PARANÁ, BRASIL

Caramori, P. H.¹; da Silva Ricce, W.²; Androcioli Filho, A.¹

¹Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, Londrina, PR, CEP 86001-970

²Agroconsult Ltda., Londrina, PR, Brasil

E-mail: caramori@iapar.br

Palavras-chave: aquecimento global, mitigação, *Coffea arabica*

INTRODUÇÃO

A bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth) é uma árvore nativa das regiões mais frias do Sul do Brasil que pode ser aproveitada para lenha, carvão e também para a construção e mobiliário. Árvore perenifólia, com 4 a 18 m de altura e 20 a 30 cm de DAP, podendo atingir até 29 m de altura e 50 cm ou mais de DAP, na idade adulta. Caramori et al. (1996) obtiveram bons resultados no consórcio de bracatinga com café visando a proteção contra geadas no norte do Paraná. A espécie é usada para sombra de cafezais na Guatemala (Standley & Steyermark, 1946), na Costa Rica (Picado, 1985) e no México (Sampieri, 1988; Angel Musálem, 1995), com comportamento satisfatório.

Com a possibilidade de ocorrência de aquecimento global devido às emissões de gases causadores do efeito estufa, criou-se o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) através do Protocolo de Kyoto, em que se podem receber créditos pelo carbono imobilizado na biomassa. Embora os sistemas agroflorestais ainda não sejam elegíveis nesse protocolo, há possibilidade de reivindicar pagamentos em outros mercados.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a quantidade de carbono imobilizada na biomassa em sistemas de produção de café solteiro e consorciado com bracatinga no norte do Paraná, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná em Londrina, no período de 2000 a 2007. O solo do local é um Latossolo Vermelho Distroférico. O clima é subtropical, classificado segundo Koeppen com Cfa, com temperatura média anual de 21°C (16,9°C no mês mais frio e 23,9°C no mês mais quente) e precipitação de 1588 mm.

O café foi implantado em janeiro de 1998, no espaçamento de 1,50 m entre linhas por 0,80 m entre plantas, com uma planta por cova. A cultivar utilizada foi a IAPAR 59. Após as geadas severas ocorridas em julho de 2000, as plantas foram recepadas a 40 cm de altura. Em outubro de 2001, mudas de bracatinga foram plantadas nas linhas de

café, no espaçamento de 4,0 m x 4,5 m (555 árvores/ha). Em dezembro de 2002 foi realizado o desbaste das bracatingas em metade da área arborizada, para um espaçamento de 8,0 m x 9,0 m, correspondente a uma densidade de 139 plantas/ha.

Cada parcela experimental ocupou uma área de 756 m² (31,5 m x 24,0 m), constituindo uma área experimental total de aproximadamente 6804 m². O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições.

A área útil nas parcelas experimentais, utilizada para avaliação da produção de café, foi de 72 m². A produção de café beneficiado por planta foi calculada como a média entre as plantas presentes na área útil, incluindo as plantas que não apresentaram produção no ano. A produção de café por tratamento foi estimada em gramas de café beneficiado por planta e depois transformada em sacos de 60 kg por ha.

Em agosto de 2007, quatro árvores de bracatinga do tratamento com 139 árvores/ha e dez plantas de café arborizado e a pleno sol foram coletadas para medição de biomassa e teor de nutrientes. A biomassa foi separada nos componentes raízes, líter, ramos e folhas. Mediu-se o peso da massa verde e foram retiradas amostras para determinação do peso da massa seca em estufas de circulação forçada a 65°C, a partir da qual se estimou o total de biomassa. O material foi encaminhado para determinação de macro e micronutrientes pelo método de e carbono pelo método de Wlakley-Black, conforme descrito por Page et al. (1982).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Valores médios de produção de biomassa (folhas, ramos, líter e raízes) em kg de matéria seca/ha.

Componentes	Café a pleno sol	Café + bracatinga
Folhas	4488	7346
Ramos	24193	69103
Raízes	16675	22008
Líter	9350	11210

O total médio de carbono seqüestrado estimado foi de 65,57 ton C/ha para o tratamento consorciado com bracatinga e 32,73 ton C/ha para

o tratamento a pleno sol. Considerando um preço médio de 10 dólares a tonelada, o produtor teria um recurso adicional importante para auxiliar na renovação da lavoura, além da venda da madeira da bracatinga. Entretanto, a produção de café foi menor sob sombra, com uma redução média de 37% comparado ao tratamento a pleno sol. Durante o período analisado não ocorreram geadas na área experimental. Estes resultados mostram o potencial deste sistema agroflorestal para obtenção de créditos de carbono, mas também indica a necessidade de estudos mais aprofundados para ajustar a população de plantas e o sistema de manejo.

CONCLUSÕES

Existe potencial de exploração de sistemas agroflorestais de café com bracatinga no sul do Brasil, mas são necessários novos estudos para otimização da produção econômica.

REFERÊNCIAS

- Angel Musálen, M. 1995. La bracatinga: introducción, crecimiento, manejo y utilización en asociación con cafetal: una combinación promisoría para los trópicos de Mexico. In: EVANS, D. O.; SZOTT, L. T. (Ed.). Nitrogen fixing trees for acid soils. Morrilton: Winrock International; Waimanolo: Nitrogen Fixing Tree Association, p. 113-129.
- Caramori, PH, Androcioli Filho, A and Leal, AC. 1996. Coffee shade with *Mimosa scabrella* Benth for frost protection in southern Brazil. Agroforestry Systems, v.33, P.205 - 214, 1996.
- Page, A. L.; Miller, R. H.; Keeney, D. R. 1982. Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties. 2. ed. Madison, WI: American Society of Agronomy, pt. 2.
- Picado, W. 1985. *Mimosa scabrella* espécie com potencial para sombra y producción de leña em cafetales de Costa Rica. In: SALAZAR, R. (Ed.). Actas de los simpósio sobre técnicas de producción de leña em fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de silvicultura intensiva. Turrialba: CATIE, p. 227-239.
- Sampieri, Z. M. R. 1988. Adaptación y crecimiento inicial de *Mimosa scabrella* Benth., bajo cuatro densidades de plantación en la región de Tepatlaxco, Ver. 57 f. Tesis (Profesional) - Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Córdoba.
- Standley, P. C.; Steyermark, J. A. 1946. Flora of Guatemala. Chicago: Chicago Natural History Museum, 502 p. (Fieldiana: Botany, v. 24, p. 5).

ESTIMATIVA DA MATUREZA DA CANA DE AÇÚCAR EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE HORAS DE FRIO

Cardozo, N. P.^{1,3}; Sentelhas, P. C.¹; Ide, B. Y.³; Panosso, A. R.⁴

¹Departamento de Engenharia de Biossistemas, Universidade de São Paulo/ESALQ, Av. Pádua Dias, 11- CP 9 - Piracicaba/SP-CEP 13418-900, Fone: 3429-4283 R: 236.

³COSAN

⁴Departamento de Ciência Exatas, UNESP, Jaboticabal-SP

E-mail: nilceu.cardozo@usp.br

Palavras chave: sacharum officinarum, temperatura do ar, sacarose

INTRODUÇÃO

A diminuição da temperatura do ar tem papel fundamental na maturação da cana de açúcar responsável pela redução no ritmo do desenvolvimento vegetativo para o acúmulo de sacarose nos colmos (Scarpari e Beauclair, 2004). Nesse sentido, Stender (1924) mostrou uma íntima relação entre o comprimento e diâmetro dos colmos e a temperatura, no Havaí. Suas medidas mostraram que o crescimento dos colmos primários no inverno foi reduzido a um terço do crescimento verificado no verão. Mamet e Galwey (1998) mostraram haver importante relação entre a redução na taxa de crescimento dos colmos, seja em comprimento ou em diâmetro, e o acúmulo de sacarose nos colmos. Clements (1962) relatou que dois dos mais importantes fatores associados ao amadurecimento são o índice de umidade da bainha foliar na colheita e a temperatura média dos 3 meses anteriores à colheita. Ambos os fatores mostram ter uma forte relação negativa com Brix, ou seja, quanto menor o índice de umidade e mais frias as noites, melhores serão as condições para o amadurecimento. Yates (1972) encontrou que as baixas temperaturas promovem o amadurecimento mais efetivamente do que baixa disponibilidade de água no solo. Tais resultados também foram encontrados por Glover (1971), que também notou que baixas temperaturas aumentam o conteúdo de sacarose nos colmos. Em locais onde não há deficiência hídrica é necessário que a temperatura média seja inferior a 21°C por três meses para que ocorra o repouso vegetativo e seja iniciado o processo de maturação (Saes et al., 1990; Argeton, 2006). O objetivo do presente trabalho foi avaliar: 1) a existência de relação entre o número de horas de frio e parâmetros tecnológicos relacionados à maturação da cana de açúcar; 2) determinar qual a melhor temperatura de referência para contagem das horas de frio; 3) o período de tempo requerido para que os efeitos das horas de frio influenciem a maturação.

MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi realizado durante os anos de 2002 e 2003 em uma unidade do grupo COSAN localizada em Piracicaba, SP. O delineamento

experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial, com nove cultivares, 6 datas de plantio e 3 repetições por tratamento. Cada parcela continha 4 linhas de 15 metros, com espaçamento de 1,4 m. As datas de plantio ocorreram por volta do décimo quinto dia dos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro de 2002. Foram avaliadas 8 cultivares de cana de açúcar pertencentes aos grupos de maturação precoce, média e tardia, sendo elas: SP91-1049, SP86-42, SP90-3414, SP86-155, SP87-365, SP832847, RB928064 e RB867515. Foram realizadas 32 amostragens ao longo de 8 meses (março a outubro de 2003), as quais consistiram na coleta de 10 colmos de cada cultivar, cortados na base e livres de palha e folhas verdes (ponteiro). O material coletado foi encaminhado para a unidade industrial onde foram realizadas as análises tecnológicas para a determinação das seguintes variáveis (CONSECANA, 2006): Brix (teor de sólidos solúveis totais, expresso em °Brix), Pol%cana (porcentagem em massa de sacarose aparente contida em uma solução açucarada), pureza, umidade e ATR (açúcar total recuperável). Os valores obtidos foram correlacionados com o número de horas de frio ocorridos no período de 30, 60, 90, 120 e 150 dias anteriores a cada amostragem. A determinação do número de horas de frio foi realizada com base em valores horários de temperatura do ar obtidos por uma estação automática instalada na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ/USP), nas proximidades do experimento. Além disso, foram avaliadas temperaturas de 22 a 10°C para a determinação da temperatura de referência para o cálculo do número de horas de frio. Foram construídas matrizes de correlação linear de Pearson entre os valores médios ou totais das variáveis meteorológicas de cada período (30, 60, 90, 120 e 150 dias) e as variáveis obtidas com a análise tecnológica das amostras coletadas no campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que há grande correlação entre o número de horas de frio acumuladas e os parâmetros indicadores da maturação da cana de açúcar (em alguns casos r foi igual a 0,98, ver Tabela 1), sendo que o período de 150 dias anteriores as amostragens foi o que permitiu maior

precisão nas estimativas. Esses resultados vão ao encontro dos obtidos por Clements (1962), o qual relatou que um dos mais importantes fatores associados ao amadurecimento é a temperatura média dos 3 meses anteriores à colheita.

Os parâmetros Brix, Pol%cana, umidade e ATR foram os que apresentam melhor correlação com o número de horas de frio ($r > 0,95$), enquanto a pureza apresentou menores valores de r (0,82 a 0,91), os quais oscilaram de acordo com a cultivar considerada.

Além disso, as temperaturas entre 21 e 17°C foram as que propiciaram somatórios de horas de frio com maiores correlações com os parâmetros tecnológicos avaliados. A variação nas temperaturas base deve-se as características das cultivares e ao parâmetro tecnológico avaliado.

CONCLUSÕES

A relação entre o número de horas de frio e os parâmetros indicadores de maturação da cana de açúcar é evidente, propiciando grande precisão na estimativa. Há variação na temperatura base de cada cultivar, sendo que as cultivares mais precoces apresentaram valores mais altos (21°C p.e.) do que as tardias (17°C, p.e.), o que ajuda a explicar o comportamento dessa cultivares. Finalmente, o período de tempo a ser considerado para a estimativa de maturação da cana de açúcar deve ser superior a 90 dias, com os melhores ajustes sendo obtidos com o número de horas de frio ocorridas nos 150 dias anteriores a cada amostragem.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo COSAN pelos dados fornecidos para a realização do presente trabalho e a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERENCIAS

- Argenton, P.E. 2006. Influências das variáveis edafoclimáticas e de manejo no rendimento de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Piracicaba, São Paulo. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 109p.
- Clements, H.F. 1962. The ripening of sugar cane. *Sugar Y Azúcar*, v. 57, p.29-78.
- Conselho Dos Produtores De Cana-De-Açúcar, Açúcar E Alcool Do Estado De São Paulo - Consecana. 2006. Manual de instruções. Piracicaba: CONSEANA. 117p.
- Glover, J. 1971. Changes in sucrose % cane and yield of sucrose per unit area associated with cold, drought and ripening. In: South African Sugarcane Technologists' Association, Proceedings. Durban, p.158-164.
- Legendre, B. L. 1975. Ripening of Sugarcane: Effects of Sunlight, Temperature, and Rainfall. *Crop Science*, v.15, p.349-352.
- Mamet, L.D.; Galwey, N.W. 1999. A relationship between stalk elongation and earliness of ripening in sugarcane, *Experimental Agriculture*, v.35, p.283-291.
- Saes, L.A.; Sakai, E.; Camargo, A.P.; Silva, F.C.; Cesar, A.A.M.; Moreira, R.S. 1990. Avaliação preliminar do potencial agrônomico de algumas variedades de cana-de-açúcar no município de Pariqueira-Açú, no Vale do Ribeira. *STAB*, v.26, p.35.
- Scarpari, M.S.; Beauclair, E.G.F. 2004. Sugarcane maturity estimation through edaphic-climatic parameters. *Scientia Agricola*, v.61, p.486-491.
- Stender, H. K. 1924. Some sugar cane growth measurements. *Hawaiian Planters' Record*, v.28, p.472-495.
- Yates, R. A. 1972. Effects of Environmental Conditions and the Coadministration of Growth Retardants on the Response of Sugarcane to Foliar Treatment with Gibberellin. *Agronomic Journal*, v.64, p.31-35.

Tabela 1. Cultivares de cana de açúcar e as respectivas temperaturas base (Tb) e períodos de tempo anteriores as amostragens (P) para obtenção dos melhores ajustes entre horas de frio e parâmetros de maturação da cana de açúcar.

Cultivar	BRIX			Pol%cana			Pureza			Umidade			ATR		
	Tb	P	r	Tb	P	r	Tb	P	r	Tb	P	r	Tb	P	r
SP91-1049	21	150	0,96	21	150	0,95	21	90	0,85	21	150	-0,95	21	150	0,95
SP90-3414	20	150	0,98	20	150	0,97	20	90	0,91	17	150	-0,96	20	150	0,97
SP87-365	20	150	0,97	20	150	0,96	20	120	0,88	19	150	-0,96	20	150	0,96
SP86-155	20	150	0,96	20	150	0,95	21	90	0,86	20	150	-0,95	20	150	0,95
SP86-42	19	150	0,96	19	150	0,95	20	120	0,89	20	150	-0,96	19	150	0,96
SP83-2847	17	150	0,96	18	150	0,95	21	150	0,87	18	150	-0,96	17	150	0,96
RB92 8064	19	150	0,97	19	150	0,96	21	120	0,82	19	150	-0,96	21	150	0,92
RB86 7515	18	150	0,98	19	150	0,97	21	120	0,89	17	150	-0,96	19	150	0,97

DETERMINAÇÃO DA MATURAÇÃO DE CANA DE AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO

Cardozo, N. P.^{1,3}; Sentelhas, P. C.¹; Ide, B. Y.³; Panosso, A. R.⁴

¹Departamento de Engenharia de Biossistemas, Universidade de São Paulo/ESALQ, Av. Pádua Dias, 11- CP 9 - Piracicaba/SP-CEP 13418-900, Fone: 3429-4283 R: 236.

³COSAN

⁴Departamento de Ciência Exatas, UNESP, Jaboticabal-SP

E-mail: nilceu.cardozo@usp.br

Palavras chave: sacharum officinarum, precipitação, sacarose

INTRODUÇÃO

A maturação dos colmos da cana de açúcar é um processo natural da planta, que envolve características genéticas das cultivares, as quais são marcadamente influenciadas pela interação com o clima. Entre os fatores climáticos, a restrição hídrica é um dos mais eficientes na maturação. Para ocorrer o processo de maturação fisiológica e de acúmulo de açúcar em locais onde não há redução sazonal da temperatura do ar, a cultura deve ser submetida a uma seca moderada (Alexander, 1973). Este fator bem como as baixas temperaturas e a deficiência nutricional restringem a elongação do internódio, resultando no aumento do conteúdo de sacarose pela reduzida demanda de fotoassimilados nas regiões meristemáticas. Inman-Bamber (2004) concluíram que o acúmulo de biomassa nos colmos é afetado quando o déficit hídrico é superior a 120 mm, enquanto que o acúmulo de sacarose é afetado apenas com déficit hídrico superior a 145 mm. Scarpari e Beauclair (2004) também relataram que uma seca superior a 130 mm nos meses que antecedem a colheita influenciam positivamente o acúmulo de sacarose no colmo. Assim, quando o déficit hídrico ocorre próximo à colheita, a concentração de sacarose e o teor de matéria seca podem aumentar em até 15%, sendo o aumento médio de cerca de 8% (Robertson e Donaldson, 1998). Todavia, o déficit hídrico ideal para esse processo ainda não está devidamente esclarecido (Scarpari, 2007). O objetivo do presente trabalho foi avaliar: 1) a existência de relação entre a precipitação e parâmetros tecnológicos relacionados a maturação da cana de açúcar e 2) determinar qual o período de tempo durante o qual a precipitação pode influenciar a maturação da cultura.

MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi realizado durante os anos de 2002 e 2003 em uma unidade do grupo COSAN localizada em Piracicaba, SP. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial, com nove cultivares, 6 datas de plantio e 3 repetições por tratamento. Cada parcela continha 4 linhas de 15 metros, com espaçamento de 1,4 m. As datas de plantio ocorreram por volta do décimo

quinto dia dos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro de 2002. Foram avaliadas 8 cultivares de cana de açúcar pertencentes aos grupos de maturação precoce, média e tardia, sendo elas: SP91-1049, SP86-42, SP90-3414, SP86-155, SP87-365, SP832847, RB928064 e RB867515. Foram realizadas 32 amostragens ao longo de 8 meses (março a outubro de 2003), as quais consistiram na coleta de 10 colmos de cada cultivar, cortados na base e livres de palha e folhas verdes (ponteiro). O material coletado foi encaminhado para a unidade industrial onde foram realizadas as análises tecnológicas para a determinação das seguintes variáveis (CONSECANA, 2006): Brix (teor de sólidos solúveis totais, expresso em °Brix), Pol%cana (porcentagem em massa de sacarose aparente contida em uma solução açucarada), pureza, umidade e ATR (açúcar total recuperável). Os valores obtidos foram correlacionados com o volume de precipitação ocorrido nos períodos de 30, 60, 90, 120 e 150 dias anteriores a cada amostragem. O volume de precipitação foi obtido com base em valores diários medidos na estação meteorológica instalada na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ/USP). Foram construídas matrizes de correlação linear de Pearson entre os valores acumulados da precipitação ocorrida 30, 60, 90, 120 e 150 dias antes de cada amostragem e as variáveis obtidas com a análise tecnológica das amostras coletadas no campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que há grande correlação entre os valores de precipitação acumulados em períodos anteriores às amostragens e os parâmetros indicadores da maturação da cana de açúcar (em alguns casos r foi igual a -0,98, ver Tabela 1), sendo que o período de 150 dias anteriores às amostragens foi o que permitiu maior precisão na estimativa. Somente o parâmetro pureza apresentou grande variabilidade no número de dias a ser considerado para se obter a melhor estimativa com a precipitação. Talvez esse efeito seja devido ao fato da pureza ser um parâmetro que envolva o valor de açúcares redutores, os quais são muito influenciados pela disponibilidade hídrica.

Os parâmetros Brix, Pol%cana, umidade e ATR foram os que apresentam as melhores

correlações com os valores de precipitação acumulada (acima de 0,95), enquanto que a pureza apresentou menores valores de r (-0,87 a -0,95) os quais oscilaram de acordo com as características de maturação das cultivares estudadas.

CONCLUSÕES

Existe grande correlação entre o volume de precipitação acumulado nos 150 dias anteriores à amostragem e os parâmetros indicadores de maturação da cana de açúcar. Todavia, há necessidade de comprovação dos modelos encontrados, comparando-se os valores estimados com os obtidos em diferentes experimentos de campo.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo COSAN pelos dados fornecidos para a realização do presente trabalho e a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERENCIAS

Alexander, A. G. 1973. Sugarcane physiology. Amsterdam: Elsevier, 752 p.
 Argenton, P.E. 2006. Influências das variáveis edafoclimáticas e de manejo no rendimento de

variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na região de Piracicaba, São Paulo. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 109p.
 Clements, H.F. 1962. The ripening of sugar cane. Sugar Y Azúcar, v. 57, p.29-78. Conselho Dos Produtores De Cana-De-Açúcar, Açúcar E Álcool Do Estado De São Paulo - Consecana. 2006. Manual de instruções. Piracicaba: CONSECANA., 117p.
 Legendre, B. L. 1975. Ripening of Sugarcane: Effects of Sunlight, Temperature, and Rainfall. Crop Science, v.15, p.349-352.
 Inman-Bamber, N.G. 2004. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. Field Crops Research, v.89, p.107-122.
 Robertson, M.J.; Donaldson, R.A. 1998. Changes in the components of cane and sucrose yield in response to drying-off of sugarcane before harvest. Field Crops Research, Amsterdam, v.55, p.201-208.
 Scarpari, M.S. 2007. PREDPOL: um modelo de previsão da maturação da cana-de-açúcar visando planejamento otimizado. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 120p.
 Scarpari, M.S.; Beauclair, E.G.F. 2004. Sugarcane maturity estimation through edaphic-climatic parameters. Scientia Agricola, v.61, p.486-491.

Tabela 1. Valores de correlação de linear de Pearson (r) obtidos entre os valores de chuva acumulada no período anterior às amostragens e os valores dos parâmetros tecnológicos analisados; (P) período de tempo (em dias) anterior à amostragem considerado para o acúmulo da precipitação .

Cultivar	BRIX		POL		Pureza		Umidade		ATR	
	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r
SP91-1049	120	-0,97	120	-0,97	-60	-0,90	120	0,96	120	-0,97
SP90-3414	150	-0,98	150	-,98	-120	-0,95	150	0,96	150	-0,98
SP87-365	150	-0,97	150	-0,97	-120	-0,92	150	0,97	150	-0,97
SP86-155	150	-0,96	150	-0,96	-60	-0,90	150	0,95	150	-0,96
SP86-42	150	-0,97	150	-0,96	-120	-0,93	150	0,96	150	-0,97
SP83-2847	150	-0,96	150	-0,96	-120	-0,92	150	0,96	150	-0,96
RB92 8064	150	-0,97	150	-0,96	-120	-0,87	150	0,96	150	-0,93
RB86 7515	150	-0,97	150	-0,97	-120	-0,93	150	0,95	150	-0,97

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE LA FECHA DE BROTAÇÃO DE VID (*Vitis vinifera* L.) EN MENDOZA ESTE

Cavagnaro, M. A.^{2,3}; Agosta, E. A.¹

¹PEPACG Mendoza, en Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza.

²Equipo Interdisciplinario para el Estudio de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global (PEPACG), UCACyT, Pontificia Universidad Católica Argentina, Alicia Moreau de Justo 1600, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

E-mail: martin_cavagnaro@hotmail.com; eduardo.agosta@conicet.gov.ar

Palabras clave: brotación, temperatura, vid, variabilidad climática.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Mendoza presenta un clima templado árido a semiárido, favorable para el cultivo de la vid por irrigación artificial. Cerca del 70% del área nacional cultivada con vid se encuentra en esta provincia que tiene una producción de algo más de 65% del total nacional. En trabajos previos se ha podido inferir que cerca del 50% de varianza de la producción de vid en Mendoza está determinada por las variaciones interanuales de la precipitación y la temperatura dentro del período 1979-2009 (Agosta 2006, Agosta y otros 2010).

La cantidad y calidad de producción depende del desarrollo del ciclo de la vid, el cual puede depender de la fecha de brotación y de las condiciones ambientales y nutricionales posteriores. La fecha de brotación es indicativa también de efectos adversos o favorables. Trabajos previos muestran que la latencia de las yemas está controlada genéticamente, pero es inducida naturalmente por el fotoperíodo y las bajas temperaturas. Su término ocurre en la primavera tras la acumulación de una cierta cantidad de horas frío. (Scalaberilli y Couvillon, 1986; Rodríguez *et al.*, 1994). Además las temperaturas primaverales estimulan el rompimiento de la dormancia. Por ello el objetivo es evaluar localmente la relación climática entre la fecha de brotación de variedades de vid y la temperatura diaria durante el invierno y comienzo de primavera, previos a brotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos de fecha de brotación de diferentes variedades, período 1983-2007 de viñedos ubicados en el Departamento Santa Rosa, en la Zona Este de la Provincia de Mendoza, fueron facilitados por la Bodega Familia Zuccardi. Los datos de temperatura máxima y mínima diaria corresponden a la estación San Martín del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para esa zona y período. Se agruparon las variedades teniendo en cuenta la coherencia de las series anuales de fecha de brotación (figuras no mostradas). El comportamiento anual de la fecha de brotación (B)

arroja dos grupos: uno con variedades Malbec y Tempranillo (MT) y otro, con las restantes (No MT). Se analizó la marcha interanual de las fechas de brotación promedio de estos grupos calculando su correlación lineal para distintas pentadas de temperatura diaria, máxima, mínima y media, y de amplitud térmica, durante agosto y mediados de setiembre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El grupo MT tiene B promedio más tardías que el No MT que por ser más precoz tiene un período de dormición de yemas menos extenso (Martínez de Toda, 1991). Se observa correlación significativa y positiva para el MT: i) a mayor (menor) amplitud térmica a fines de agosto, la B se retrasa (anticipa) con correlación $r=0,55$ (Figura 1); y ii) a mayor (menor) temperatura mínima a fin de agosto, comienzo de setiembre, se retrasa (anticipa) la B, con $r=0,64$, ambos significativos al 95% (Figura 2).

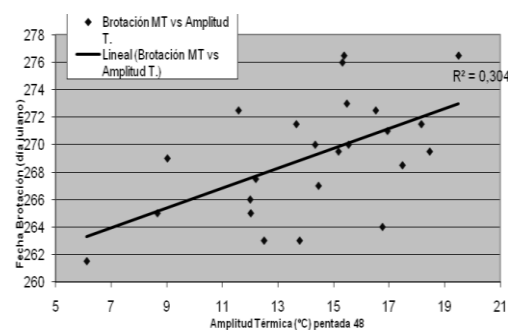


Figura 1. Regresión lineal entre la fecha media de brotación grupo MT (días julianos) y la amplitud térmica (°C) para la pentada 48, correspondiente a fines de agosto.

Para el grupo No MT, hay relación inversa a mediados de agosto con temperatura media (Figura 3): con días más (menos) fríos, la B se anticipa (atrassa).

La Figura 4 muestra cuasi-ciclos de 3 años desde 1992 en la brotación para ambos grupos con una correlación directa ($r=0,66$), y una tendencia negativa, especialmente para MT, que determina un anticipo de la brotación de 9 días en los 2000s respecto a los 1980s. Un retraso en la brotación puede ocurrir por no acumular las horas de frío

necesarias (inviernos templados o cálidos), o por yemas formadas en veranos muy calurosos, u otoños cálidos. A su vez, defoliaciones tempranas o excesivas reducen el letargo invernal y pueden anticipar la brotación.

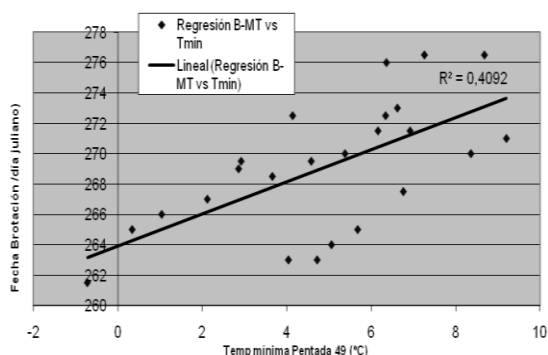


Figura 2. Regresión lineal entre la fecha media de brotación (B. Días julianos) para el grupo MT y la temperatura mínima media (°C) para la pentada 49, correspondiente a principios de setiembre.

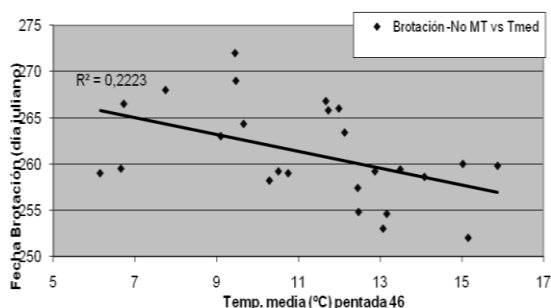


Figura 3. Regresión lineal entre la fecha media de brotación (B. Días julianos) para el grupo No MT y la temperatura media (°C) para la pentada 46, correspondiente a mediados de agosto.

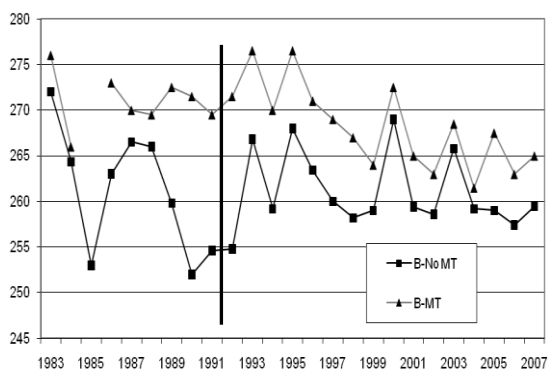


Figura 4. Marcha anual de las fechas promedio de brotación para los grupos MT y No MT para el período 1983-2007. Línea vertical separa 1991 y 1992.

Por otra parte, se encuentra que hay un significativo fortalecimiento (debilitamiento) de la circulación troposférica baja del noroeste argentino en el invierno previo a la brotación tardía (temprana) acompañado de mayor actividad ciclónica (anticiclónica) en latitudes medias sobre Patagonia y mar argentino extendiéndose hacia

provincia de Bs. As. y Uruguay (figuras no mostradas). Esta circulación parece acompañar una SACZ (Zona de Convergencia Sudamericana) fortalecida (debilitada). Cambios de la circulación hacia 1992 (Barrucand y otros 2008) podrían explicar la variación observada en las fechas de brotación.

CONCLUSIONES

Existe un efecto de la temperatura sobre la fecha de brotación durante el invierno que no es uniforme. El mismo parece responder a fenómenos remotos en la planta (variabilidad climática) y según la adaptación ecológica de cada variedad. Determinadas épocas de inviernos con temperaturas mínimas medias más altas tienen influencia sobre la brotación de las yemas de la vid. El trabajo muestra la importancia de evaluar la acción bioclimática de la temperatura local sobre la brotación del cultivo de vid para poder seleccionar adecuadamente las variedades más aptas para cada zona.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con apoyo del proyecto de investigación PICT 2007 [IDAC-ICES] N° 01888. A la Orden del Carmen en todo sentido.

REFERENCIAS

- Agosta, E. A. 2006. Precipitación de Verano en la región Centro-Oeste de Argentina y procesos atmosféricos/oceánicos de escala regional y global. Tesis de Doctorado de la Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, pp 178.
- Agosta, E. A.; Cavagnaro, M. 2010. Variaciones interanuales de la precipitación de verano y el rendimiento del cultivo de la vid en Mendoza. GEOACTA. Aceptado, 2010 en prensa.
- Agosta, E.A.; Cavagnaro, M.; Canziani, P. 2010. El rendimiento de vid y las variaciones de temperatura y precipitación en Mendoza. Revista Enología, ISSN 1668-3889, N°2, Año VII, 12 pgs.
- Barrucand, M.; Rusticucci, M.; Vargas, W. 2008. Temperature extremes in the south of South America in relation to Atlantic Ocean surface temperature and Southern Hemisphere circulation. J. Geophys. Res., 113, D20111, doi:10.1029/2007JD009026.
- Martínez de Toda, P. 1991. Biología de la Vid. Fundamentos Biológicos de la Viticultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 346 p.
- Scalaberilli, G.; Couvillon, G. 1986. The effect of temperature and bud type on rest completion and the GDH °C requirement for bud break in Redhaven peach. J. Am. Soc. Hort. Sci. 112: 537.
- Rodríguez, A.; Sherman, W.; Scorza, R; Okie, W.; Wisniewski, M. 1994. Evergreen peach and its inheritance. J. Am. Soc. Hort. Sci. 119: 789

DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE COLZA CANOLA EN LA PLATA (BUENOS AIRES) EN CUATRO FECHAS DE SIEMBRA

Chamorro, A.M.; Bezus, R.

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales – UNLP. Curso Oleaginosas. Calle 60 y 119. C.C.31 – C.P.1900. La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

E-mail: chamorro@agro.unlp.edu.ar

Palabras clave: fenología, tiempo térmico, rendimiento.

INTRODUCCIÓN.

La colza canola (*Brassica napus* L.) es una oleaginosa que está adquiriendo difusión en nuestro país (Iriarte & Valetti, 2008). Como cultivo invernal presenta la ventaja de cosecharse más temprano que el trigo, permitiendo la siembra de la soja o un cultivo de segunda en una fecha más adecuada. Esta posibilidad depende del ciclo del cultivar y de su fecha de siembra y, por ende, de cosecha. Los cultivares precoces exhiben mayor plasticidad en la fecha de siembra, e incluso, mejores rendimientos en siembras más tardías (de Dios *et al.*, 1995a). No obstante, es importante considerar el atraso que se produce en su cosecha a fin de mantener la ventaja de sembrar más oportunamente el siguiente cultivo de segunda.

El objetivo de este trabajo fue describir el comportamiento fenológico y productivo de dos cultivares de colza en cuatro fechas de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El ensayo se realizó en La Plata. Se sembraron 2 cultivares de colza canola (Hyola 432 y SW2836) en 4 fechas de siembra (9/6, 10/7, 18/8 y 13/9) en parcelas de 4,20m² en un arreglo de bloques al azar con 3 repeticiones. Se registraron los siguientes estados fenológicos (CETIOM, 1988): A (emergencia), C2 (fin de estado de roseta), F1 (inicio de floración) y G5 (madurez). También se registró el momento de fin de floración (FF). En madurez, se cosecharon las plantas de 1m², se registraron el rendimiento y sus componentes. Se calculó la duración de distintas etapas del ciclo, en días y en tiempo térmico, usando 5°C como temperatura base (Morrison *et al.*, 1989). Los datos se procesaron por el ANOVA usando la prueba de Tukey para la comparación de medias (P=0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Las precipitaciones del año fueron muy inferiores a las históricas (Figura 1). En abril y mayo sólo cayeron 39 de los 171 mm normales, con lo cual la reserva del suelo al inicio del ensayo era muy limitada. El consumo de agua de la colza se estima en 450-550 mm (Canola Council of Canada, 2010). Durante el ciclo del cultivo cayeron 216, 124, 87 y 75 mm para las fechas de siembra (FS) 1, 2, 3 y 4 respectivamente. No obstante, en las FS1 y 2 los rendimientos medios del cultivo fueron de 123 y 185 g.m⁻², cayendo a menos de 100 g.m⁻² en las siguientes. Los bajos rendimientos se deberían

principalmente a las bajas precipitaciones ya que en ensayos previos se obtuvieron valores superiores a 300 g.m⁻² en siembras de agosto, pero con buena disponibilidad hídrica (datos no publicados).

El atraso en la FS acortó el ciclo en ambos cultivares, pero el retraso en la cosecha fue más acentuado en SW2836 (Tabla 1). La floración, crítica para la sequía, se fue desplazando a épocas del año con temperaturas cada vez más elevadas.

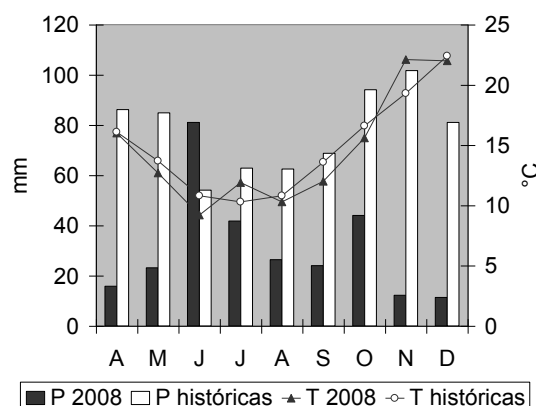


Figura 1: Precipitaciones mensuales y temperaturas medias mensuales durante el período de ensayo e históricas en La Plata.

Tabla 1: Fechas de ocurrencia de distintos estados fenológicos en dos cultivares de colza canola en La Plata, sembrados en 4 fechas (2008)

CV	FS	A	C2	F1	FF	G5
Hyola 432	1- 9/6	25/6	27/7	4/9	25/9	11/11
	2- 10/7	15/7	29/8	2/10	15/10	14/11
	3- 18/8	26/8	25/9	22/10	4/11	26/11
	4- 13/9	27/9	24/10	8/11	14/11	12/12
SW 2836	1- 9/6	29/6	30/7	10/9	2/10	14/11
	2- 10/7	18/7	7/9	5/10	24/10	20/11
	3- 18/8	27/8	28/9	27/10	7/11	1/12
	4- 13/9	28/9	24/10	18/11	26/11	22/12

El rendimiento y la producción de materia seca máximos se obtuvieron para ambos cultivares en la FS2 y se redujeron en las siembras sucesivas (Figura 2). En todas las FS, Hyola 432 rindió significativamente más que SW2836.

Las variaciones en el rendimiento se relacionaron con cambios en el N° de semillas.m⁻², determinadas principalmente, por el N° de silicuas.m⁻² (Tabla 2). Los cambios en los componentes del rendimiento respondieron a diferencias en el desarrollo de los cultivares atribuibles a las distintas fechas de siembra que determinaron, además, que las etapas críticas para la determinación del rendimiento transcurrieran en diferentes condiciones.

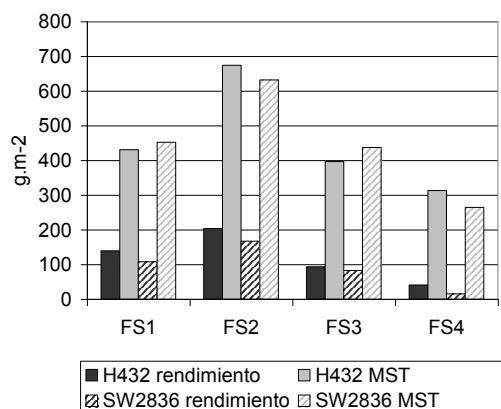


Figura 2: Rendimiento y producción de materia seca total (MST) por 2 cultivares de colza canola en La Plata en 4 fechas de siembra (1:9/6, 2: 10/7, 3: 18/8, 4: 13/9)

Tabla 2: Componentes del rendimiento de colza canola en 4 fechas de siembra en La Plata (2008).

FS	Pl.m ⁻²	Silic. m ⁻²	Sem. silic ⁻¹	Sem.m ⁻²	PMS
1- 9/6	70 b	2957 b	18ab	51078 bc	2.43 a
2-10/7	110 a	5735 a	21 a	113351 a	1.69 b
3-18/8	104 a	3387 b	21 a	69657 b	1.26 c
4- 13/9	58 b	2183 b	12 b	26763 c	0.98 c
CV%	22.4	26.5	20.0	7.6	13.1

Dentro de cada columna, valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente según la prueba de Tukey (P=0,05).

La implantación del cultivo (S-A) fue más prolongada en la FS1, debido a las bajas temperaturas registradas luego de la siembra y a la baja disponibilidad hídrica, y en la FS4, fundamentalmente por la deficiencia hídrica (Figura 3). En ambos casos, esta situación determinó pérdidas en la población de plantas logradas.

El N° de silicuas.m⁻² se relacionó con la duración de la floración y con las condiciones en que se desarrolló la misma, así como las ocurridas en etapas previas. El desplazamiento de la floración del mes de septiembre a octubre y noviembre en las sucesivas FS y el registro de temperaturas cada vez más elevadas determinó que las condiciones hídricas fuesen cada vez más críticas conforme se atrasó la siembra. Por otro lado, la menor densidad de plantas logradas en las FS1 y FS4 unidas a la baja disponibilidad hídrica no permitieron que el cultivo exhibiera su capacidad de compensación del rendimiento (Iriarte & Valetti, 2008).

La temperatura media de noviembre fue casi 3°C mayor que la histórica y unida al déficit hídrico, afectó la duración de la floración (y por ende, en la determinación del número de silicuas), aceleró la maduración, y afectó el llenado de los granos, cuyo peso disminuyó conforme se atrasó la siembra.

El tiempo térmico calculado para las distintas etapas coincide con observaciones previas (de Dios *et al.*, 1995b, Chamorro *et al.*, 2006). Hyola 432 requirió 467°C.día para la etapa A-F1 y 1061°C.día para la etapa A-G5, mientras que SW2836 para las mismas etapas requirió 518°C.día y 1143°C.día. Si

bien los cultivares difirieron en los requerimientos de tiempo térmico, más importante fue la diferente estabilidad en los mismos que mostraron ante el atraso en la FS. Mientras que en Hyola 432 el rango registrado para la floración fue de 442 a 486°C.día, para SW2836 fue de 439 a 634°C.día, aumentando con el atraso en la siembra, lo cual podría ser indicativo de algún tipo de interacción con los requerimientos de fotoperíodo del cultivar.

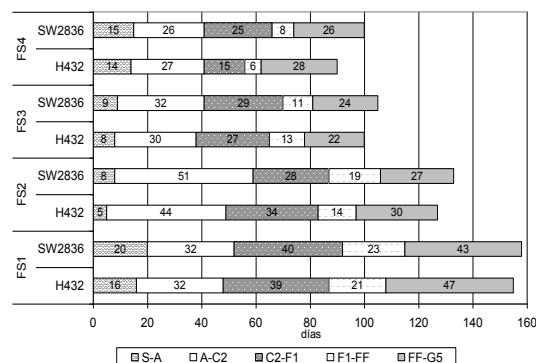


Figura 3: Duración en días de las etapas fenológicas de colza canola en 2 cultivares y 4 fechas de siembra en La Plata (1:9/6, 2: 10/7, 3: 18/8, 4: 13/9, año 2008)

CONCLUSIONES.

En el contexto particular del año, el atraso en la siembra a partir de julio produce un mayor acortamiento del ciclo total en Hyola 432 mostrando en todas las fechas mayores rendimientos que SW2836, lo cual presenta a la primera como más elástica ante un atraso de la siembra en esquemas de doble cultivo. Las diferencias entre cultivares, tanto en productividad como en el comportamiento fenológico ante el atraso en la FS sugieren la necesidad de continuar las evaluaciones incluyendo otros materiales genéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Canola Council of Canada.2010. <http://canolacouncil.org> Consultada el 20 de marzo de 2010.
- CETIOM. 1988.Colza d'hiver. Cahier Technique, Paris, Francia. 30p.
- Chamorro, A.M; Tamagno, L.N.; Bezus, R. 2006. Desarrollo fenológico y comportamiento productivo de cultivares primaverales de colza canola en La Plata (Pcia. de Buenos Aires). XI Reunión Argentina de Agrometeorología:111-112.
- de Dios, M.A.; Bodega, J.L.; Pereyra Iraola, M.M.; Rodríguez, R.H. 1995a. Comparación de cultivares de colza de tipo invernal y primaveral en tres épocas de siembra. I Congreso Nacional de Soja. Pergamino, II:160-167.
- de Dios, M.A.; Bodega, J.L.; Pereyra Iraola, M.M.; Rodríguez, R.H. 1995b. Comportamiento de cultivares de colza doble cero de ciclo primaveral en Balcarce. I Congreso Nacional de Soja. Pergamino. II:219-225.
- Iriarte, L.B.; Valetti, O.E. 2008. Cultivo de colza. Chacra Experimental Integrada Barrow. 152pp.
- Morrison, M.J.; Mc Vetty, P.B.; Shaykewiwe, C.F. 1989. The determination and verification of baseline temperature for the growth of Westar sumer rape. *Can.J.Pl. Sc.* 69:455-469.

EFFECTO DE LA SEQUIA EN LA CAMPAÑA 2008-2009 SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAÍZ Y SOJA EN LUJÁN (Bs.As.)

Cirera, I; Goldberg, S.; Jara, S. I.; Denegri, M.J.
Universidad Nacional de Luján

E-mail: caceresitu@sinectis.com.ar

Palabras clave: sequía; maíz; soja; rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El clima de Luján y alrededores, de acuerdo con la clasificación de Köppen, es templado húmedo (Cfa) con verano caliente; las precipitaciones ocurren distribuidas a lo largo de todo el año, presentando el máximo en verano y el mínimo en los meses de invierno. La mayor precipitación acumulada media ocurre en el mes de marzo con 151,5 mm y la mínima en julio con 38,9 mm. La temperatura media del mes más cálido es de 23,1°C y se registra en enero; el mes más frío es julio con 9,5 °C. Los meses más y menos húmedos son mayo y diciembre respectivamente, con humedades relativas medias de 79,8 % y 60,9%.

En maíz el período crítico al estrés de agua se da entre VT (panojamiento) y R1 (emergencia de estigmas), que en la zona de Luján ocurre entre los meses de diciembre a enero. La eficiencia en el uso del agua (EUA) media es de 17 Kg ha⁻¹mm⁻¹ (Della Maggiora, A.I. et al, 2000)

En soja, una sequía en períodos vegetativos influye marcadamente en el índice de área foliar y consecuentemente en el rendimiento. Sin embargo, el período crítico al déficit de agua comienza alrededor de R4 (vainas de 20 mm de largo): déficits entre R4 y R5 producen aborto de flores y vainas pequeñas y déficits entre R5 y R6 acortan el período de llenado de granos disminuyendo el peso de las semillas (Andreani, J.M. et al, 1991). En los materiales de crecimiento indeterminado el efecto de un estrés puede ser compensado por la aparición de nuevas flores cuando mejoran las condiciones. La eficiencia en el uso de agua (EUA) media es de 8 Kg ha⁻¹mm⁻¹ (Della Maggiora, A.I. et al, 2000)

Las máximas pérdidas en el rendimiento se producen cuando la sequía ocurre en estos períodos críticos, momento en que se fija el número de granos y se produce el llenado.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto que tuvieron las bajas precipitaciones registradas en la campaña 2008-09, sobre el rendimiento de dos cultivos de verano, maíz y soja, en la zona de Luján.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron datos de rendimiento de maíz y soja de primera del período 1994-2010 informados por productores de la zona de Luján. Tabla 1. Mediante análisis de regresión se estudió la relación funcional entre el rendimiento y la precipitación acumulada en distintos momentos del ciclo de cultivo.

Los datos de precipitación utilizados para determinar el grado de sequía en la zona durante el

período de cultivo de maíz y soja fueron registrados en la estación meteorológica ubicada en el campo experimental de la Universidad Nacional de Luján (34°36' S; 59°04' O; 28m snm). El análisis se realizó con los acumulados mensuales durante el ciclo de crecimiento (septiembre a mayo) para los años 1988 a 2009. Con los datos de la serie 1988-2008 se calcularon los límites de los quintiles correspondientes a los acumulados durante el ciclo completo y los correspondientes a los meses de diciembre y enero (etapa crítica para el maíz); luego se identificó el quintil en el que estaba ubicado el acumulado septiembre/08 a mayo/09 y el quintil en el que se ubicaba el acumulado diciembre/08 a enero/09. Esta clasificación se basó en el método australiano de Gibbs y Maher (citado en SMN, 2009):

- Mucho mayor que lo normal: rango del quintil 5
- Mayor que lo normal: rango del quintil 4
- Normal: rango del quintil 3
- Menor que lo normal: rango del quintil 2
- Mucho menor que lo normal: rango del quintil 1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se indica la cantidad de lotes relevados, el rendimiento promedio de cada cultivo y las precipitaciones acumuladas en el ciclo de cultivo (septiembre a mayo) y en el bimestre diciembre-enero.

Tabla 1: Rendimientos promedio de maíz y de soja de primera y precipitación acumulada. Luján. (B.A.)

campaña	N° lotes	Rendimiento (Kg/ha)		PP ciclo (mm)	PP D+E (mm)
		Maíz	Soja 1°		
1994/95				893,1	221,5
1995/96			2890	713,1	74,8
1996/97	4	8925		806,3	260,8
1997/98	3	11767		894,1	320,0
1998/99	3	8500	2480	885,4	240,0
1999/00	3	6833		910,1	132,4
2000/01	1	5900	2900	1309,2	285,7
2001/02	1	5500	3700	1261,0	173,5
2002/03	1	7400	2800	899,6	195,7
2003/04	1	8500	3800	923,9	247,2
2004/05	2	8130	3850	756,2	278,0
2005/06	1	6450	3626	802,3	310,0
2006/07	3	9753	3456	1169,5	302,7
2007/08	3	7700	3461	774,6	230,8
2008/09	2	2285	1094	573,3	74,0
2009/10	3	7875	3663	1226,0	341,0

Los quintiles obtenidos para el período comprendido entre septiembre de 1988 y mayo de 2008 se presentan en la Tabla 2, junto con el acumulado en la campaña 2008-2009, tanto para el período de cultivo, como para el período crítico.

Tabla 2: Rangos de los quintiles de precipitación para el ciclo de cultivo y la etapa crítica de maíz (período 1988-2008) y acumulado en la campaña 2008-2009.

	Rangos de quintiles de precipitación (mm)	
	Ciclo de cultivo (septiembre- mayo)	Etapa crítica (diciembre-enero)
rango Quintil 1	[707,0; 798,8)	[100,8; 186,7)
rango Quintil 2	[798,8; 882,0)	[186,7; 218,2)
rango Quintil 3	[882,0; 922,2)	[218,2; 243,4)
rango Quintil 4	[922,2; 1043,2)	[243,4; 289,1)
rango Quintil 5	[1043,2; 1327,2]	[289,1; 335,5]
Acumulado 08-09	573,3 mm	74 mm

La precipitación acumulada entre septiembre de 2008 y mayo de 2009 y la acumulada en la etapa crítica del maíz se encuentran por debajo del umbral mínimo (707 mm y 100,8 mm respectivamente). Son los valores más bajos de los últimos 20 años y explican los valores de rendimiento de maíz de esta campaña.

Del análisis de regresión entre la precipitación del bimestre diciembre-enero y el rendimiento de maíz se concluye que la lluvia caída en el bimestre explica el 44% de la variabilidad del rendimiento ($p < 0,05$) y que cada milímetro de precipitación representa una variación del rendimiento de 19,8 Kg/ha.

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de la precipitación del bimestre diciembre-enero y de la producción de maíz a través del tiempo. Se observa un grado de similitud en ambos patrones y se ve cómo la sequía severa de la campaña 2008/09 se refleja en el mínimo absoluto de producción del período 1996-2010.

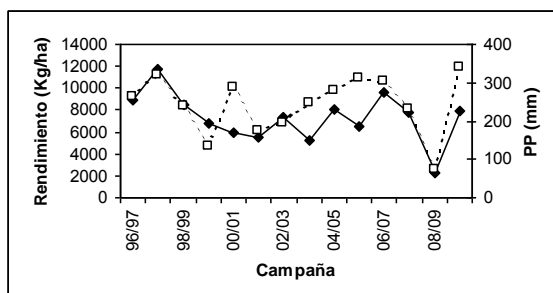


Figura 1. Rendimiento de maíz (♦) y precipitación (□) del bimestre diciembre-enero. Luján. Período 1996 a 2010.

Un efecto similar se observa sobre el rendimiento de soja de primera (Figura 2). En este caso, la precipitación del bimestre diciembre-enero explica el 41% de la variabilidad de la producción ($p < 0,05$). El análisis de regresión indica además, que cada milímetro de precipitación representa una variación del rendimiento de 5,8 Kg/ha.

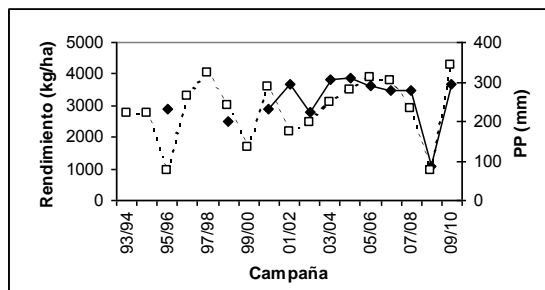


Figura 2. Rendimiento de soja de primera (♦) y precipitación (□) del bimestre diciembre-enero. Luján. Período 1993 a 2010.

CONCLUSIONES

En la zona de Luján se evidenció el impacto que tiene la precipitación del bimestre diciembre-enero sobre la producción de maíz y de soja de primera. La sequía severa de la campaña 2008/09, se tradujo en los valores más bajos de rendimiento registrados en las últimas 14 campañas, tanto de maíz como de soja de primera.

Si bien la disponibilidad de agua durante el ciclo de cultivo y especialmente durante ciertos períodos críticos, explica una parte de la variabilidad interanual del rendimiento, una situación extrema como fue la sequía 2008/09 condicionó fuertemente la producción final de los cultivos, más allá del resto de las condiciones ambientales, del material genético utilizado, del tipo de suelo y de las prácticas de manejo.

REFERENCIAS

- Andriani, J.M.; Andrade, F.H.; Suero, E.E.; Dardanelli, J.L. (1991). Water deficits during reproductive growth of soybeans. I. Their effects on dry matter accumulation, seed yield and its components. *Agronomie*. N° 11, pp: 737-746. Elsevier/INRA.
- Della Maggiora, A.I; Gardiol, J.M.; Irigoyen, A.I. (2000). Requerimientos hídricos *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja*. Cap. 6. Andrade F.H. y Sadras, V.O. editores.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN), (2009). Boletín Climatológico Vol. XXI, N° 1, pp: 18.

EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES DE LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS EN LA COSTA DE CHUBUT, PATAGONIA (ARGENTINA).

Colombani, E. N¹; Elissalde, N²

¹ Área de Agrometeorología, ² Lab. de Teledetección. EEA INTA Chubut, Ex ruta 25, km 1480. Trelew, CP 9100, Argentina.

E-mail: ecolombani@chubut.inta.gov.ar

Palabras clave: Patagonia, precipitación, costa.

INTRODUCCIÓN

La precipitación varía geográfica, temporal y estacionalmente. Es preciso recalcar que ambas variaciones regional y temporal son muy importantes en estudios hidrológicos y en la planificación del uso del agua (Castillo y Sentis, 1996).

El estudio de los cambios y fluctuaciones climáticas ha registrado un interés creciente en los últimos años. Las fluctuaciones y anomalías climáticas del orden de décadas o menos, han producido en lo que va del siglo intensos impactos en la vida económica y social de numerosos pueblos de la provincia de Chubut.

La escasez de precipitaciones también ha provocado en numerosas situaciones, la restricción de disponibilidad de muchas aguadas en establecimientos que utilizan sistemas de captación del agua de lluvia ya sean naturales, como las lagunas temporarias o artificiales como tajamares o pozones. Esto ha restringido la superficie a utilizar de los pastizales naturales agravando la situación generada por la falta de forraje provocando en algunos casos una mayor mortandad de hacienda que la que podría esperarse solo por déficit de alimento (Escobar, 2007).

El área costera, que abarca parte de los departamentos de Biedma, Rawson, Gaiman, Ameghino y Escalante; es una de las de mayor potencial productivo en sistemas lanero-extensivos de secano de la provincia del Chubut. Ésta abarca todo el litoral marítimo chubutense, desde Península Valdés hasta el Golfo San Jorge. Aproximadamente, existen 400 empresas agropecuarias en la zona de la costa, que ocupan alrededor de 3.000.000 de has, las cuales mantienen unas 750.000 cabezas de lanares; significando un área de gran interés productivo para la economía de la provincia. La distribución anual de las lluvias en esta región es muy irregular, pues no hay una estación determinada de ocurrencia de lluvias (Arbuniés, 2008).

Se realizó un análisis temporal decádico y estacional para los distintos establecimientos con el objetivo de evaluar la variación de las precipitaciones de los últimos veinte años con respecto a la media histórica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron datos de precipitaciones mensuales, para una serie de más de cuarenta años

para once establecimientos de la zona costera de la provincia de Chubut (Figura 1). Se calculó la media anual, decádica e histórica del área, con el método de los polígonos de Thiessen, con el objeto de realizar un análisis comparativo, temporal y estacional, de las últimas décadas (período 1990-1999/2000-2009).

Los datos registrados corresponden a pluviómetros convencionales y automáticos ubicados en los distintos establecimientos.

AREA COSTERA

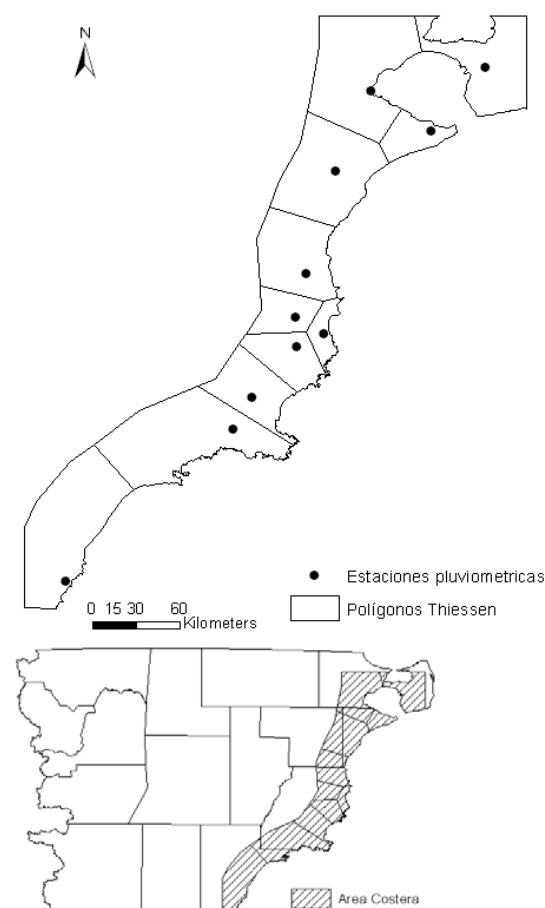


Figura 1: ubicación de los pluviómetros en los distintos establecimientos de la zona costera de la Provincia de Chubut.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de este estudio se observó que las precipitaciones de la década del '90 fueron superiores (pp media: 283 mm) a la media histórica (pp media: 245 mm). El pico máximo de la década se registró en el mes de abril con 44.6 mm seguido por el mes de mayo con 38.5 mm. En la década

del '00 los registros fueron inferiores (pp media: 233 mm) con respecto a la media histórica registrándose el pico máximo en el mes de mayo con 40.8 mm.

Comparando los datos estacionales de ambas décadas, se observaron diferencias significativas para las precipitaciones otoñales. La mayor concentración de las precipitaciones se presenta en otoño-invierno (figura 2). En la figura 3 se representan los años que estuvieron por debajo o por encima de la media histórica. Registrándose en el año 1992 (total anual 461.9 mm), 212.3 mm de diferencia y en el año 1996 (total anual 119.6 mm) el mayor déficit hídrico con 124.1 mm. En la década del '00 cuatro años estuvieron por encima de la media y a partir del 2006 años consecutivos de déficit hídrico.

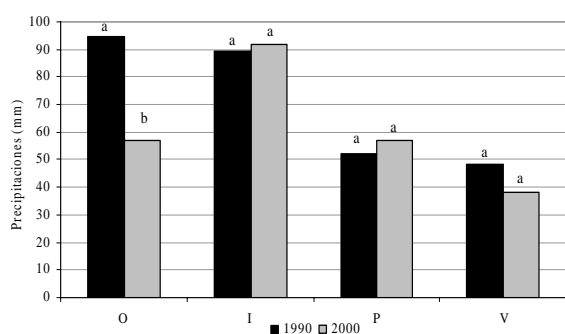


Figura 2. Precipitaciones medias por estaciones. Período 1990-1999, 2000-2009. p 0.05.

CONCLUSIONES

En la década del '90 para la ciudad de Trelew se produjeron los dos récord de lluvias del siglo (Arbuniés, 2008). Los picos máximos para la zona costera se registraron en los meses de abril y mayo, lo que produjo un marcado aumento de las precipitaciones medias anuales, afectando así a los promedios de la década. En la década del '00 las precipitaciones tuvieron una distribución temporal

semejante a la media histórica, con un leve aumento en el mes de septiembre continuado por una disminución en los meses estivales y otoñales (marzo y abril) con respecto a la media y a la década del '90. Con lo cual se podría concluir que, para el período de estudio, se observa una variación en la distribución de las precipitaciones a lo largo del año con una tendencia lineal negativa hacia el verano. Los últimos cuatro años de la década presentaron valores de precipitación por debajo de la media lo cual afecta seriamente las reservas hídricas del suelo, factor determinante de la productividad vegetal en el corto plazo y la estructura de la vegetación en el largo plazo. Por ende la producción ovina de la región se ve seriamente afectada ocasionando pérdidas económicas considerables y agravando la situación de emergencia agropecuaria declarada en la provincia en el año 2006.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Santiago Behr del Lab. de Teledetección y a Javier González por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Arbuniés R. 2008. Evaluación de las precipitaciones en Trelew, Chubut, Argentina. Período 1901-2000. Congreso XII Reunión Argentina de Agrometeorología, San Salvador de Jujuy.
- Castillo F.E.; Sentis F.C. 1996. Agrometeorología. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, Madrid. España. p 515.
- Escobar J. 2007. Informe sobre la sequía en la provincia del Chubut. EEA, INTA, Chubut.
- Thiessen, A.H. <http://www.geologia.uson.mx/academicos/Ivega/ARCHIVOS/ARCHIVOS/PRECIPITACION.htm>

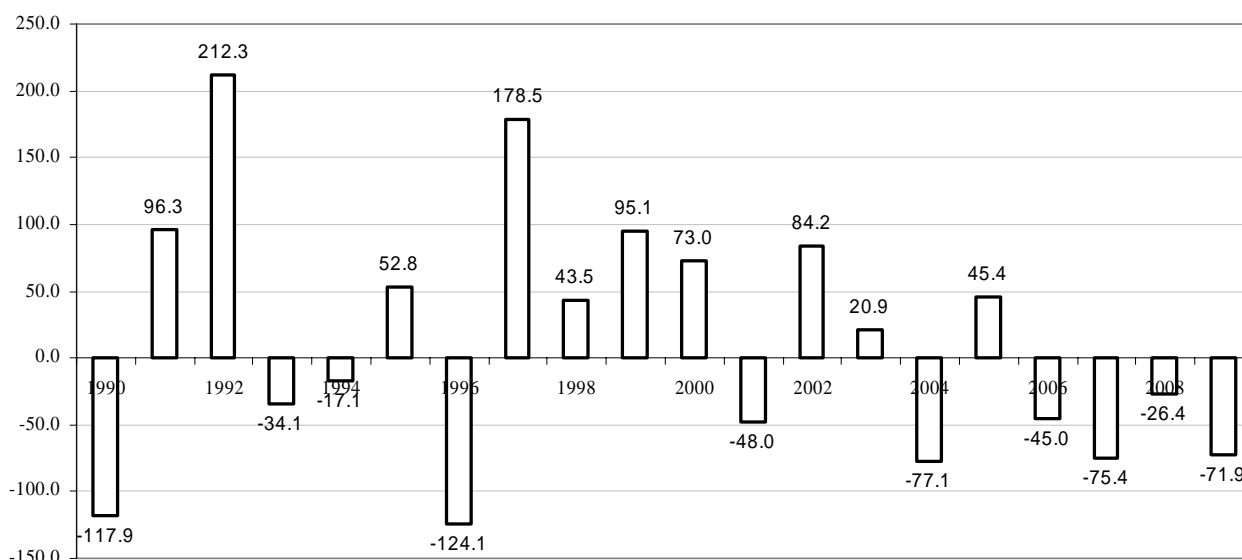


Figura 3. Diferencia del total de precipitaciones anuales con respecto a la media histórica calculadas con el método de polígonos de Thiessen. Período 1990-2009.

Pereira Coltri, P.^{1,2}; Lazarim, C.²; Zullo Junior, J.²; Silveira Pinto, H.²

¹Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidad Estadual de Campinas, Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, Campinas, CEP 13083-875, Brasil.

²Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura, Universidade Estadual de Campinas. Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, Campinas, CEP 13083-970, Brasil.

E-mail: pcoltri@cpa.unicamp.br

Palavras-chave: café arábica, carbono, arborização

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o tema “mudanças climáticas globais” tem despertado a atenção de diversos segmentos da sociedade. A elevação da concentração dos gases de efeito estufa (GEE) resultante da intensificação das atividades antropogênicas tem causado alterações significativas no clima (IPCC, 2007), e um dos principais resultados desse fato é o aumento da temperatura do planeta. A temperatura da superfície terrestre aumentou aproximadamente 0,2°C por década nos últimos 30 anos e 0,8°C no século passado (IPCC, 2007). Ao final desse século, a expectativa traçada nos cenários do IPCC é para elevação da ordem de 1,4°C, no cenário mais otimista, a 5,8°C, no caso mais pessimista. O relatório do IPCC (2007) aponta, ainda, a possibilidade de valores extremos de aumento de temperatura, de 1,1°C a 6,4°C, com média de 4°C nos próximos 100 anos.

Diante dessa nova perspectiva climática, Pinto *et al* (2008) realizaram um estudo das principais culturas agrícolas nos novos cenários possíveis e concluíram que o aquecimento global pode colocar em risco a produção agrícola na Brasil, caso nenhuma medida mitigadora seja realizada. Dentre as culturas que poderão ser prejudicadas, o café arábica foi um dos destaques.

O café é cultivado, atualmente, por cerca de 2,3 milhões de hectares, com uma produção de 2,57 milhões de toneladas (IBGE, 2006). Minas Gerais é o maior produtor de café do país (51,5% da safra nacional), seguido do Espírito Santo (21,4% da safra) (Pinto *et al.*, 2008). O valor da produção atingiu R\$ 9 bilhões, 20% superior à safra anterior, fazendo do Brasil o principal produtor e exportador oficial do grão.

Das culturas estudadas por Pinto *et al.* (2008), o café é a que mais claramente poderá ter uma reconfiguração geográfica com as mudanças climáticas, apesar de sua importância no Brasil. O estudo demonstra que a cultura poderá sofrer com aumento da deficiência hídrica e/ou das temperaturas nas regiões onde a planta é cultivada tradicionalmente, fazendo com que migre para locais que são, atualmente, mais frios, como o sul do país.

Os autores do trabalho também ressaltam que esse cenário de nova geografia de produção só deve acontecer se nada for feito em termos de adaptação e mitigação da cultura ao “novo clima”.

Uma das formas de mitigação, segundo o

protocolo de Kyoto, é a preservação dos chamados “sumidouros de carbono”, ou seja, locais que podem retirar carbono da atmosfera. Nesse sentido, a agricultura brasileira pode ser uma atividade de destaque, pois possui duas das três maiores fontes de estoque de carbono: o solo e a planta. Assim, embora a atividade agrícola seja responsável por parte da emissão de gases de efeito estufa (GEEs), também pode ser responsável por reduzir esse problema, mitigando parte do excesso de gás carbônico do ambiente. O objetivo do presente trabalho foi determinar a contribuição de sistemas cafeeiros (arborizados e a pleno sol) para o incremento de seqüestro de carbono acima do solo, comparando com dados de literatura de florestas primárias e capoeira.

MATERIAL E MÉTODOS

A. Área de Estudo

O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho distroférrico (LVd), na Fazenda Experimental de EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) em São Sebastião do Paraíso, sul de Minas Gerais, numa altitude de 991 m, latitude 20°55'S e longitude 46°55'W. As culturas foram implantadas em 1999. O município apresenta precipitação pluvial anual média de 1470 mm distribuídas de outubro a abril, e temperatura média anual de 20,8°C.

Foram utilizados dois tratamentos: 1) café a pleno sol (monocultivo): PS e 2) café arborizado pela cultura da macadâmia (ARBO). O café arábica, cultivar Catuaí IAC 99, está plantado no espaçamento de 3,5 por 0,7 metros, totalizando 4.081 plantas por hectare. No tratamento ARBO, o café foi plantado no mesmo espaçamento do pleno sol, e a Macadâmia, está plantada nas linhas do café, com o espaçamento de 5 por 3,5 metros.

B. Estimativa do estoque de carbono na vegetação

Para o cálculo da biomassa e do estoque de carbono do café arábica utilizou-se o método da amostragem direta. Retirou-se cinco exemplares de café de cada tratamento. As plantas amostradas foram separadas em folha, ramos, tronco e fruto e pesados frescos. Em seguida, amostras de cada parte foram secas em estufa com circulação forçada, a 105°C até peso constante. O estoque de carbono na biomassa da vegetação foi estimado de duas maneiras: considerando-se que 50% da biomassa seca do café seja constituído de carbono (IPCC, 2006) e, através de análises químicas de carbono no material vegetal.

Para tanto, cada parte do material vegetal seco

(folhas, ramos, tronco e fruto) foi moído e, através do aparelho LECO CR – 412, no laboratório de Biogeoquímica Ambiental do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP), foi determinada a porcentagem de carbono em cada parte do material. Para a determinação da biomassa nas plantas de arborização, foram utilizadas as equações alométricas descritas por Andrade e Ibrahim (2003). Para tanto, foram escolhidas, aleatoriamente dez plantas de macadâmia e foi medido o DAP (diâmetro a altura do peito) e altura (h). O carbono foi estimado considerando-se que 50% da biomassa seca das árvores seja constituída de carbono (IPCC, 2006)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise destrutiva do café verificou-se que as plantas de café do tratamento pleno sol (PS), tiveram, em média, 5,07kg de biomassa seca por planta. Já as plantas de café cultivadas com a cultura da macadâmia (ARBO), apresentaram, em média, 5,75kg de biomassa seca. Através do teste estatístico MANN-WITHNEY foi possível verificar que as amostras são diferentes ao nível de 5%, demonstrando que as plantas cultivadas no sistema arborizado com macadâmia, em média acumularam mais biomassa seca que as plantas a pleno sol.

Do peso total da biomassa das plantas de café cultivadas a pleno sol, em média 24,3% é composto por folhas; 22% de frutos; 27,2% de ramos e 26,5% de tronco. Já as plantas cultivadas no sistema ARBO (com macadâmia) apresentaram menor quantidade de folhas e frutos, mas maior peso em tronco e ramos, quando comparados ao sistema PS. Do total da biomassa do café arborizado, em média, 19,3% foi constituído de folhas, 17,7% de frutos, 27% de ramos e 36% de tronco. Dados semelhantes de proporção de folhas e troncos em plantas de café sombreadas foram encontrados por Segura *et al.* (2006).

As análises químicas realizadas no LECO CR-412 demonstraram que, entre 49% e 50% da biomassa seca da planta de café (folha, ramos, tronco e fruto) é formado por carbono, corroborando com os dados do IPCC (2006).

As plantas de café no sistema a pleno sol, estocaram, em média, 10,35 ton C ha⁻¹. Já as plantas de café do tratamento ARBO, estocaram, em média, 10,65 ton C ha⁻¹. As plantas de macadâmia estocaram, em média, 1,9 ton C ha⁻¹. Assim, o tratamento ARBO estocou, em média 12,57 ton C ha⁻¹, aproximadamente 2 toneladas a mais que tratamento PS.

Segundo Rodrigues *et al.* (2000), uma floresta primária em Rondônia acumula, em média, 148 ton C ha⁻¹ e, uma capoeira natural em regeneração de 5 anos, estoca, em média, 11,2 ton C ha⁻¹. Verifica-se que os dados de café a pleno sol com idade de dez anos estocam o equivalente a 7% do que estoca uma floresta primária e 93% de uma área de

capoeira em regeneração. O sistema arborizado de café com macadâmia de dez anos estoca 8,5% do que estoca uma floresta primária e 12% a mais do que estoca uma área de capoeira em regeneração. Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues *et al.* (2000) em Rondônia com café e café arborizado com bandarra e por Katto-Same *et al.* (1997) em sistemas agroflorestais de cacau. Assim, é possível verificar que sistemas cafeeiros arborizados e não arborizados são capazes de reduzir o CO₂ da atmosfera, capturando e estocando em sua biomassa. Os sistemas arborizados, além de sequestrarem maior quantidade de carbono, pode representar uma oportunidade de o setor cafeeiro comercializar crédito carbono florestal.

CONCLUSÕES

No sistema café a pleno sol, a quantidade de carbono estocada acima do solo foi de 10,35 ton C ha⁻¹ e no sistema arborizado com macadâmia foi de 12,57 ton C ha⁻¹. Sistemas cafeeiros arborizados e não arborizados podem estocar carbono ao longo dos anos e reduzir a quantidade de CO₂ atmosférico. Esses sistemas são uma forma de mitigação dos GEEs do aquecimento global. Os sistemas estudados estocam cerca de 7% e 8,5% do total de C contido numa floresta primária, e 93% e 112% do total de C contido em uma área de regeneração de capoeira de 5 anos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ, Embrapa Café e FUNARBE pelo apoio financeiro e à EPAMIG pela área de estudo.

REFERENCIAS

- Pinto, H.S.; Assad, E.D. 2008 (Online). Aquecimento Global e a Nova Geografia de Produção Agrícola no Brasil. Homepage: < <http://www.agritempo.gov.br>>, consultado em 02 de janeiro de 2010.
- Intergovernmental Panel On Climate Change. 2006. (Online) Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Homepage: <<http://www.ipcc.ch>>
- Intergovernmental Panel On Climate Change. 2007 (Online). Contribution of Working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 2007. Homepage: www.ipcc.ch
- Segura, M., Kanninen, M. Suaréz, D. 2006. Allometric Models for estimating aboveground biomass of shade trees and coffee bushes grown together. *Agroforestry Syst.* 68:143-153
- Rodrigues, V.G.S.; Castilla, C.; Costa, R.C. da; Palm, C. 2000. Estoque de carbono em sistema agroflorestal com café em Rondônia – Brasil. In Anais do I Simpósio de Pesquisas do Café do Brasil. Poços de Caldas, MG. Setembro.
- Katto-Same, J.; Woomer, P.L.; Moukam, A.; Zapfak, L. 1997. Carbon dynamics in slash and burn agriculture and land use alternatives of the humid zone in Camaroon. *Agriculture Ecosystems & Environmental.* 65:245-256.

TENDENCIA DE LOS GRADOS-DÍA INVERNALES EN LA REGIÓN PAMPEANA Y LOS CAMPOS DE CIRCULACIÓN ASOCIADOS

Coronel, A.¹; Castañeda, M.E.²; Kehoe, F.¹

¹Facultad de Cs. Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Zavalla, Santa Fe, Argentina

²Dpto. de Cs. de la Atmósfera, Fac. de Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Bs. As., Argentina

e-mail: acoronel@unr.edu.ar

Palabras clave: grados-día, tendencias, campos de circulación

INTRODUCCIÓN

Los grados-día acumulados sobre ciertos umbrales de temperatura influyen sobre el desarrollo de las plantas. Además actualmente se utilizan para cuantificar el cambio climático (Torrero *et al.*, 2007). Debido al calentamiento global las temperaturas en la región pampeana presentan tendencia creciente (Coronel *et al.* 2001), pero también ocurren variaciones interanuales asociadas a anomalías de la circulación atmosférica. Es esperable que los grados-día presenten también este comportamiento de manera que el objetivo de este trabajo es analizar las tendencias lineales de los grados-día invernales y determinar los campos de circulación asociados a los inviernos con valores máximos y a los inviernos con valores mínimos de grados-día, en la región pampeana.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de las temperaturas máximas y mínimas diarias de los inviernos del período 1960-2006 de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional Rosario Aero, Sauce Viejo Aero, Gualeguaychú Aero, Junín Aero, Ezeiza Aero, Buenos Aires, Córdoba Aero, Marcos Juárez Aero, Pilar Observatorio y Laboulaye Aero, se calcularon los grados-día acumulados invernales (GDAI) entre el 1 de junio y el 31 de agosto de cada año, con tres temperaturas base: 0°, 5°C y 15°C. Los GDAI se determinaron como la suma de las diferencias positivas entre la temperatura media diaria (obtenida a partir de t_{\max} y t_{\min}) y la temperatura base. Se eligieron estas localidades ya que presentaron menor cantidad de datos faltantes.

El comportamiento temporal de los GDAI máximos y mínimos fue estudiado mediante análisis por componentes principales (Jolliffe, 1986), aplicado a los campos de anomalías de alturas geopotenciales de 1000 hPa. del NCEP – NCAR. Esta metodología en modo-T identifica las principales características de los campos de anomalías de altura geopotencial. Los modelos derivados por los PC scores son los campos espaciales que muestran los principales tipos de anomalías y describen la variabilidad espacial observada. Los PC loadings son series temporales que representan la correlación entre los modelos espaciales y los campos de anomalías reales. La varianza explicada por cada componente determina

el grado de significancia de cada modo. Cuando los valores de PC loadings son pequeños o no-significativos, este modelo espacial no corresponde a la estructura del campo de anomalía de altura geopotencial en un dado tiempo. Para simplificar la estructura temporal se aplicó la rotación Varimax.

Se determinaron las tendencias lineales de los GDAI para cada temperatura base por mínimos cuadrados, y su significancia al 5% a través del test t de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se formaron dos grupos de años, uno en que en todas las localidades ocurrieron máximos valores de GDAI y el otro en los que acontecieron mínimos valores. Se tomaron las dos primeras componentes para cada caso. Para los máximos, las primeras dos componentes constituyen el 44.22% de la varianza total. La primera componente representa el 22.54% de la varianza; su PC loading no presenta tendencia alguna, por lo cual no es de esperar cambios en la estructura con el tiempo. Los campos de anomalías de alturas geopotenciales de este modelo se traduce en condiciones de anomalías positivas sobre el territorio argentino (Figura 1). La segunda PC loading, que expresa el 21.68% de la varianza, presenta una leve tendencia negativa. El modelo se traduce en un eje de anomalías positivas sobre el Atlántico sur y un eje de negativas en el Pacífico sur, formando un dipolo que representaría un anticiclón en altas latitudes en el Atlántico con una baja o una vaguada en el Pacífico (Figura 2).

Para los mínimos las dos primeras componentes explican el 51.47% de la varianza total. En la primera componente, que explica el 27.71% de la varianza, el PC loading presenta una ligera tendencia positiva, lo que nos permite esperar un progreso en la ocurrencia de este modo. El campo de anomalías responde a un eje de anomalías negativas sobre el país, que podría representar una vaguada sobre nuestro territorio (Figura 3), campo opuesto a la primera componente de los máximos. La segunda componente explica el 23.77% de la varianza. El PC loading también presenta tendencia positiva, algo mayor que en el caso anterior, lo cual expresa que es de esperar que para los mínimos los modelos tiendan a aumentar, a desarrollarse más en el tiempo (la palabra sería *enhancement*). Las anomalías presentan una estructura similar al score 2 de los casos máximos, aunque aquí la anomalía positiva del Atlántico no llega a latitudes más bajas, mientras que la anomalía negativa penetra

sobre el territorio, llegando hasta el trópico (figura no mostrada).

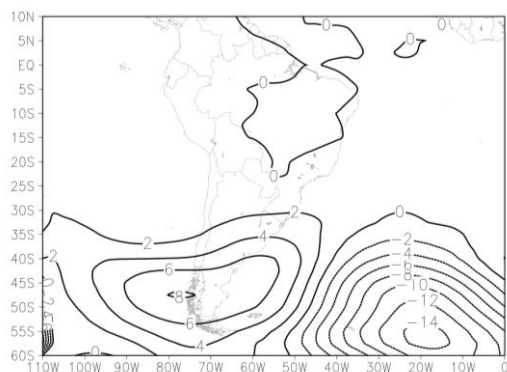


Figura 1.: Campo de anomalías de 1000 hPa. de la primera componente principal para GDAI máximos.

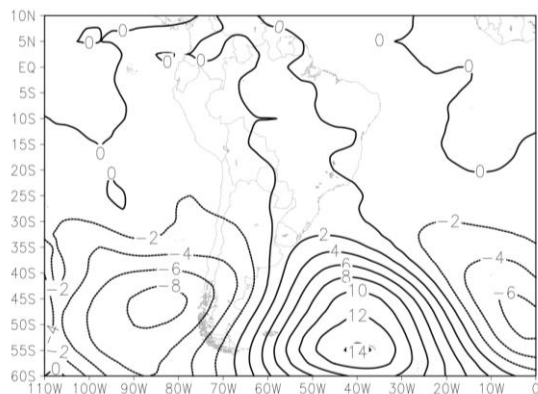


Figura 2.: Campo de anomalías de 1000 hPa. de la segunda componente principal para GDAI máximos.

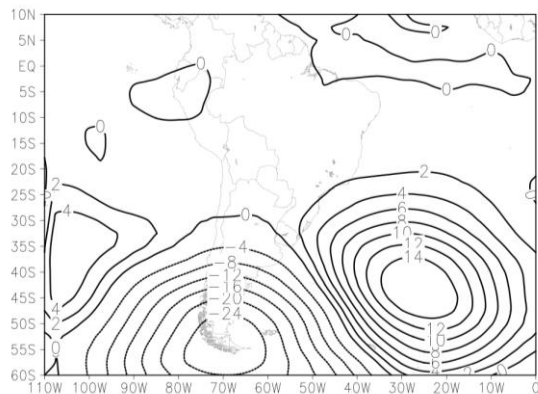


Figura 3.: Campo de anomalías de 1000 hPa. de la primera componente principal para GDAI mínimos.

En la Tabla 1 se observan las localidades ordenadas en orden creciente en longitud (de este a oeste). En general, las tendencias lineales disminuyen de este a oeste tanto para los GDAI base 0°C, 5°C y 15°C. Para 0°C y 5°C son significativamente positivas en Buenos Aires, Ezeiza, Gualeguaychú y Rosario. Estos resultados podrían estar asociados al desplazamiento de los anticiclones subtropicales, especialmente en este caso el del Atlántico, hacia latitudes más altas registrado en las últimas décadas, consistente con el calentamiento global (Escobar *et al.*, 2003). Si bien este aporte de humedad del Atlántico produjo un aumento de la precipitación en todo el centro y norte del país (Castañeda y Barros, 1994), este

crecimiento se observa principalmente en el semestre cálido, permaneciendo la influencia en los inviernos en las estaciones más al este. El aumento de humedad produce una mayor contrarradiación, atenuando la disminución de las temperaturas mínimas, determinando en consecuencia mayores temperaturas medias diarias, por lo tanto mayores GDAI.

Tabla 1.: Pendientes de las rectas de tendencias de los GDAI para cada localidad. Los valores grisados son estadísticamente significativos al 5%.

Localidad	Temperatura base		
	0°C	5°C	15°C
Buenos Aires	0,388	0,385	0,120
Ezeiza	0,379	0,378	0,110
Gualeguaychú	0,413	0,412	0,296
Rosario	0,328	0,329	0,153
Sauce Viejo	0,278	0,275	0,147
Junín	0,286	0,280	0,005
Marcos Juárez	0,104	0,101	-0,13
Laboulaye	-0,12	-0,11	-0,25
Pilar	0,127	0,130	-0,08
Córdoba	0,109	0,101	-0,10

CONCLUSIONES

Las localidades presentan años simultáneos de máximos y mínimos GDAI. Los máximos están asociados con mayor frecuencia a alturas geopotenciales superiores a lo normal y lo opuesto ocurre para los mínimos; y en segundo término a un dipolo que podría representar un anticiclón en altas latitudes en el Atlántico con una baja o vaguada en el Pacífico, que penetra hasta el trópico en el caso de los mínimos.

Las tendencias lineales de los GDAI indican un comportamiento diferente al este y al oeste de la zona de estudio, ya que las mismas van disminuyendo y perdiendo significancia hacia las localidades más continentales, lo cual estaría relacionado con el desplazamiento del anticiclón del Atlántico en relación al calentamiento global. De seguir las tendencias crecientes podrían disminuir la duración de las fases fenológicas de algunos cultivos invernales, aumentando el peligro de las heladas tardías. Por otro lado también se vería afectado el proceso de vernalización.

REFERENCIAS

- Castañeda, M.E., Barros, V. 1994. Las tendencias de la precipitación en el Cono Sur de América al este de los Andes. *Meteorológica* 19 (1-2), 23-32
- Coronel, A., Bischoff, S., Scarabotti, D., Lara, M. 2001. Tendencias de las masas de aire y su relación con las temperaturas en superficie. Publicado en CD del IX CLIMET.
- Escobar, G., Barros, V., Camilloni, I. 2003: Desplazamiento del anticiclón subtropical del Atl. Sur y su relación con el cambio de vientos sobre el estuario del R. de la Plata. Publicado en CD del X CLIMET.
- Jolliffe, I.T. 1986. *Principal Component Analysis*. Springer-Verlag, New York, USA.
- Torrero, M., Piccolo, C., Ferreras, A. 2007. Relación entre grados-día calefacción y refrigeración con el consumo eléctrico de Bahía Blanca. *Geoacta*, 32, 59-67.

Cosentino, V. R. N.¹; Fernández, P. L.¹; Figueiro Aureggi, S.A.²; Taboada, M. A.^{3,4}

¹ Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía UBA, Avda. San Martín 4453, C1417DSE, C.A.B.A

² Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía UBA

³ Instituto de Suelos, CIRN, INTA

⁴ CONICET.

E-mail: cvanina@agro.uba.ar

Palabras clave: N₂O, ritmo diario, temperatura.

INTRODUCCIÓN

El óxido nítrico (N₂O) es uno de los principales gases con efecto invernadero y contribuye a la destrucción de la capa de ozono estratosférica (Conrad, 1996). Su concentración en la atmósfera ha ido aumentando a un ritmo de 0.25%/año entre 1980 y 1998 (Houghton *et al.*, 2001). El N₂O se emite desde los suelos como producto de los procesos de nitrificación y de desnitrificación (Russow *et al.*, 2009). Son varios los factores que regulan la emisión de N₂O (contenido hídrico, la disponibilidad de nitratos, etc.), de los cuales es aún poco conocido el rol que ejerce la temperatura sobre el ritmo de emisiones diarias (Blackmer *et al.*, 1982; Dobbie & Smith, 2001; Jantalia *et al.*, 2008).

La metodología de determinación de N₂O se encuentra aún en una etapa experimental, en la cual se debe analizar la forma de minimizar los errores experimentales y de muestreo (Venterea *et al.*, 2009). Uno de los aspectos para los que aún no existe opinión consolidada es el efecto de la variación diaria de temperatura del suelo y del aire sobre la tasas de emisión de N₂O. En función de ello, podrá determinarse la hora más adecuada para muestrear gases a campo en suelos pampeanos. Este objetivo fue asumido en el presente trabajo, para lo cual se trabajó en un Argiudol Típico de la Pampa Ondulada manejado con agricultura en siembra directa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de campo fue realizado en un suelo Argiudol Típico de textura franca de la serie O'Higgins (<http://www.inta.gov.ar/suelos/cartas/>), del partido de Chivilcoy, provincia de Buenos Aires (34° 57' 29" S, 60° 13' 11" O), manejado bajo siembra directa con un cultivo de soja de segunda previo a ser cosechado.

Luego de un evento de lluvia de 30 mm, se colocaron al azar cinco cámaras cerradas colectoras de N₂O. Las cámaras se cerraron durante 40 minutos para el muestreo de gas y este proceso se repitió cada 3 h durante tres días consecutivos. El flujo medio diario de N₂O se calculó a partir de 8 flujos medidos cada día. Considerando 5 cámaras y 3 días, un total de 15 flujos de N₂O del suelo se calcularon para cada hora del muestreo.

Se tomaron muestras de gas a los 0, 20 y 40 minutos, mediante la utilización de una bomba de vacío, la cual purgó y luego llenó directamente frascos de vidrio tipo de "penicilina" de 25 ml, sellados. El N₂O colectado se determinó dentro de los siete días de muestreo mediante el uso de un cromatógrafo de gases GC 6890 Network Agilent Technologies. Se determinó la temperatura del suelo (10 cm), la temperatura del aire sobre la superficie de suelo, la concentración de nitrógeno como nitratos (N-NO₃) (0–20 cm) por colorimetría espectrofotométrica (Daniel & Marban, 1989), la densidad aparente (cilindros de 100 cm³) y el contenido hídrico gravimétrico por secado a estufa a 105°C. Se calculó también el porcentaje de poros llenos de agua (PLLA) utilizando los datos de densidad aparente, humedad gravimétrica y asumiendo una densidad de partícula de 2,65 Mg m⁻³.

Los resultados fueron analizados mediante regresión, para determinar el momento del día más representativo de la tasa de emisión de N₂O media diaria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

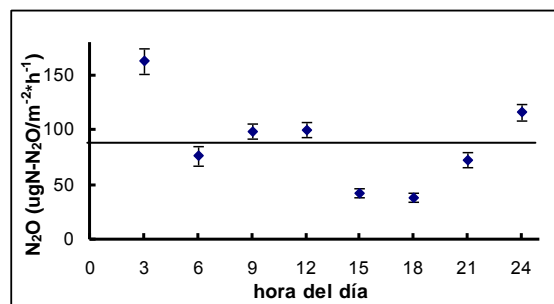


Figura 1: Tasas de emisión de N₂O en función de la hora del día, las barras representan el error estándar y la línea representa la tasa de emisión de N₂O media diaria cuyo valor es 88.6 µg N-N₂O m⁻² h⁻¹.

La tasa de emisión varió en función de la hora del día, habiendo sido los valores tomados a las 9 y las 12 hs los que más se acercaron a la media diaria y los tomados a las 15, 18 y 3hs lo que más se alejaron de la media (Figura 1). La emisión diaria de N₂O estuvo relacionada con la diferencia de temperatura del suelo y del aire (Figura 2). Se observó que los valores de máxima emisión de N₂O coincidieron con los momentos del día con máxima diferencia de temperatura entre el suelo y el aire.

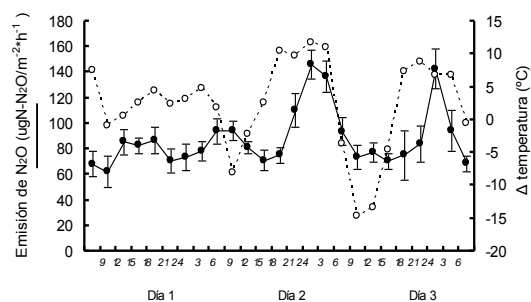


Figura 2: tasa de emisión de N_2O y diferencia entre temperatura del suelo y del aire en función de las diferentes horas del días, las barras representan el error estándar.

Hora de muestreo	a	b	R2
9:00	1.12 ***	-13.78	0.87 ***
12:00	1.13 ***	-23.73 *	0.88 ***
15:00	0.48**	38.57 **	0.35 **
18:00	0.43 **	36.50 **	0.33 **
21:00	0.82 **	6.30	0.37 **
24:00	1.31 ***	-28.24	0.75 ***
3:00	1.84 ***	-42.22	0.75 ***
6:00	0.86 *	26.61	0.23 *

Tabla 1: Relación entre la emisión de N_2O media diaria y media horaria. $y = ax + b$. ***, **, * representan la significancia estadística al 0.01, 0.05 y 0.1 probabilidad respectivamente para la pendiente, la ordenada al origen y el ajuste de la regresión.

La hora del día más representativa de la media diaria fue la obtenida durante el horario de la mañana, aproximadamente a las 9hs. Esta hora coincide con lo encontrado en otros trabajos (Blackmer *et al.*, 1982; Jantalia *et al.*, 2008). Es importante mencionar, que para otros gases de nitrógeno (NO) se mostró que la época del año es uno de los factores que determina la dinámica de emisión del gas desde el suelo (Xunhua *et al.*, 2003). Debido a ello, sería conveniente estudiar como funciona dicha dinámica para otras épocas del año.

Jantalia *et al.* (2008) hallaron que la tasa de emisión de N_2O depende de la temperatura del suelo. En cambio, nuestros resultados indican que la tasa de emisión parecería estar regulada conjuntamente por las temperaturas del suelo y del aire, coincidiendo la tasa máxima de emisión de N_2O con la diferencia máxima entre ambas. Ello muestra un defasaje entre la producción y la emisión de N_2O , pues cabría esperar mayores emisiones cuando la temperatura del suelo y la del aire son máximas. Este defasaje pondría explicarse por el fenómeno de convección, el cual aumentaría el flujo de aire hacia el exterior del suelo cuando la temperatura del suelo es mayor a la temperatura del aire, durante la noche; y disminuiría el flujo de

aire desde el suelo hacia el exterior cuando la temperatura del suelo es menor a la temperatura del aire, es decir durante el día.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por los PICTs PICT n° 32399-2005) y 1991-2006 ANPCyT, el PIP 5971 (2005-2009) CONICET y el subsidio UBA G 022 (2008-2010). Los autores agradecen la colaboración prestada en los experimentos de campo por la Ing. Agr. Estefanía Cartier, propietaria del establecimiento La Solita (partido de Chilivcoy, provincia de Buenos Aires), donde se realizó el ensayo de campo.

REFERENCIAS

- Blackmer, AM; SG Robbins & JM Bremner, 1982. Diurnal Variability in Rate of Emission of Nitrous Oxide from Soils. *Soil Sci Soc Am J* 46, 937-942.
- Conrad, R, 1996. Soil Microorganisms as Controllers of Atmospheric Trace Gases (H_2 , CO , CH_4 , OCS , N_2O and NO). *Microbiological Reviews* 60, 609-640.
- Daniel, P & L Marban, 1989. Adaptación de un método espectrofotométrico reductivo para la determinación de nitratos. *Ciencia del Suelo* 58, 3-8.
- Dobbie, KE & KA Smith, 2001. The effects of temperature, water-filled pore space and land use on N_2O emissions from an imperfectly drained gleysol. *European Journal of Soil Science* 52, 667-673.
- Houghton, JT; Y Ding; DJ Griggs; M Nogueir; PJ van der Linden; X Dai; K Maskell & CA Johnson, 2001. Climate change 2001: The scientific basis. contribution of Working Group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jantalia, CP; HP dos Santos; S Urquiaga; RM Boddey & BJR Alves, 2008. Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 82, 161-173.
- Russow, R; CF Stange & HU Neue, 2009. Role of nitrite and nitric oxide in the processes of nitrification and denitrification in soil: Results from $15N$ tracer experiments. *Soil Biology and Biochemistry* 41, 785-795.
- Venterea, RT; KA Spokas & JM Baker, 2009. Accuracy and Precision Analysis of Chamber-Based Nitrous Oxide Gas Flux Estimates *Soil Science Society of America Journal* 73, 1087-1093.
- Xunhua, Z; H Yao; W Yuesi; W Mingxing; J Jisheng & L Laotu, 2003. Effects of soil temperature on nitric oxide emission from a typical Chinese rice-wheat rotation during the non-waterlogged period. *Global Change Biology* 9, 601-611.

LOS DEFICITS HÍDRICOS DE LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2009 – 2010 Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE SOJA EN TUCUMÁN - ARGENTINA

Costa, M.C.; Agüero, S.N.; Castillo, E.D.; Zeman, E.A.; Medina, E.R.

*Facultad de Agronomía y Zootecnia – Universidad Nacional de Tucumán – Avda. Roca 1.900 – (CP 4000)-
San Miguel de Tucumán – Argentina*

E. mail: mcostamol@hotmail.com

Palabras clave: soja, rendimientos, precipitaciones.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento del crecimiento y desarrollo de los cultivos es de fundamental importancia para lograr una adecuada elección de cultivares y la aplicación de las prácticas de manejo, que permitan incrementar la expresión del potencial de rendimiento de los mismos en las diferentes regiones de producción. Es por ello que, anomalías de los elementos meteorológicos, en especial déficits o excesos hídricos, según la época en que ocurren y la fase fenológica del cultivo de Soja [*Glicine max (L.) Merr*] afectarán en mayor o menor medida la producción por hectárea. En este trabajo se analizan detalladamente las anomalías de estos elementos durante la campaña agrícola 2009 – 2010 caracterizada por la ocurrencia de extremos hídricos de importancia en el Este de la provincia de Tucumán, principal zona productora de soja. Se tomó el período Octubre 2009 – Marzo 2010 por representar la época de cultivo de la oleaginosa.

Es conocida la dependencia hídrica de la soja, ya que las limitantes en la disponibilidad de agua por el cultivo constituyen el principal factor responsable de las pérdidas de rendimientos en cultivos de secano, (Medina, Minetti y Costa, 2008). La ocurrencia de períodos secos (con precipitaciones menores a la normal) durante el semestre lluvioso para Tucumán demuestran que condiciones de sequía como la ocurrida en la etapa de presiembrado de la campaña 2009-2010 son frecuentes en esta zona productora, (Costa y otros, 1997). Esta situación que duró hasta el mes de Noviembre 2009, trajo aparejado el atraso de la siembra en época para estas latitudes estimada como “óptima” a partir de los primeros días de dicho mes. La variabilidad espacial y temporal de las lluvias durante el período en análisis produjo situaciones de complejidad en el desarrollo de las tareas previas a la siembra, como lo es la aplicación de Glifosato en donde se practica la siembra directa (en casi toda el área), o la preparación de suelos en caso de siembra convencional (en escasos campos). Hay que destacar también la ocurrencia de altas temperaturas durante los últimos días de Octubre 2009, situación que agravó la falta de precipitaciones primaverales, las cuales ocurrieron en forma muy variable y con atraso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó en primer lugar el relevamiento pluviométrico diario, durante el período 1° de Octubre

de 2009 hasta el 31 de Marzo de 2010, de: 7 de Abril (1), Garmendia (2), Javicho (3), Las Cejas (4), Monte Redondo (5), Graneros (6) y Leales (7), (Figura 1). Luego se analizaron las anomalías decádicas en todas las localidades en el período antes indicado y se hicieron las comparaciones respectivas con la fenología del cultivo en dos cultivares (los más difundidos en el área, DM 8002 y A 8000) y con una misma fecha de siembra (8 de Diciembre de 2009), en dos situaciones a) con antecesor Maíz y b) con antecesor Soja. En todos los casos no se realizaron fertilizaciones ni aplicaciones de fungicidas, y la distancia de siembra fue de 52 cm. entre líneas. Del análisis de los totales mensuales, durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre 2009, se determinó que en la mayoría de los casos, salvo Monte Redondo y 7 de Abril en Diciembre, todas las demás localidades registraron precipitaciones *muy por debajo* de lo normal durante el trimestre, situación que tiene baja probabilidad de recurrencia, menos del 5% (Costa y otros 1997). Estas condiciones meteorológicas de la primavera y el comienzo del verano produjeron escaso almacenaje de agua en los perfiles de suelos de la zona. Del análisis decádico de las precipitaciones, se obtuvieron los períodos secos y húmedos dentro de cada mes y que en algunos casos, continuaban en el mes siguiente. Los rendimientos registrados en las distintas localidades fueron promediados entre los de la misma variedad y tipo de antecesor para determinar el promedio areal y no el de cada lote, pues en cada localidad había uno o más lotes con cada variedad y antecesor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lo primero que se determinó fue que en el mes de Octubre en todos los sitios la precipitación fue 0 mm., (*extremadamente inferior a lo normal*) En la mayoría de las localidades los períodos secos iguales o inferiores a 10 días ocurrieron en los meses de Noviembre y Diciembre con bajos milimetrajados, pero que ocasionaron un nacimiento bastante desperejo del cultivo. También predominaron los días nublados, los que produjeron escasa radiación para las primeras etapas de crecimiento. Ya en Enero y particularmente en Febrero las precipitaciones tuvieron una distribución diferente, habiéndose destacado un período seco de once días entre el 19 y 30 de Enero con una lluvia muy intensa el 31 de dicho mes (entre 90 y 140 mm). Febrero solo registró un período seco de cinco días consecutivos y en todo el mes

predominaron condiciones de lloviznas y nublados en toda el área que contiene a las siete localidades analizadas. Esto afectó preferentemente las etapas de $V_4 - V_5$ y $R_1 - R_3$ (Fehr y Caviness, 1977), que son muy susceptibles al fotoperiodo y la temperatura que se ven disminuidos por las condiciones descriptas anteriormente. En definitiva la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) fue muy poco uniforme en los lotes con menor cobertura vegetal dejada por el cultivo antecesor, lo que refleja que el ahorro de humedad con buena cobertura beneficia la TCC en condiciones de precipitaciones mal distribuidas o escasas, (Baigorri y otro, 2004).

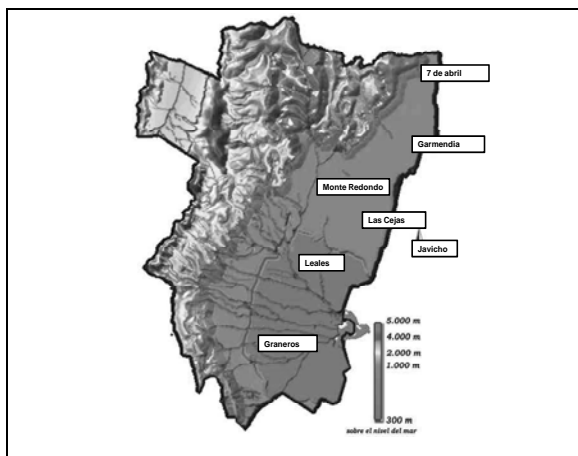


Figura 1. Ubicación de los lotes estudiados

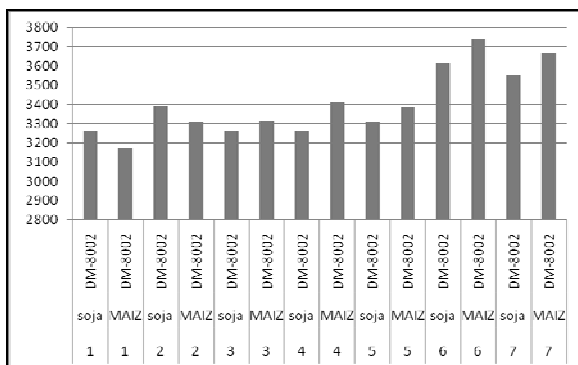


Figura 2. Rendimientos obtenidos en Kg/Ha

Al analizar los rendimientos de los diferentes lotes de una misma variedad pero diferente antecesor se determinó que en la mayoría de los casos los rendimientos fueron superiores con antecesor Maíz, por lograr mejor cobertura previa a la siembra (Figura 2). Los valores obtenidos para A-8000 fueron de 3.300 kg/Ha promedio con una dispersión de 150 kg/ha, y DM-8002 alcanzó valores de 3.650 kg/Ha con una dispersión de 175 kg/Ha, en ambas situaciones el antecesor fue Maíz. Con antecesor Soja los rendimientos fueron menores entre un 15% a un 18 % en ambas variedades.

CONCLUSIONES

La Soja es un cultivo que muestra una gran sensibilidad a la falta de agua en el perfil de suelo según la etapa o fase fenológica en que se encuentre el cultivo. La distribución de las precipitaciones desde la siembra y hasta la finalización de la etapa de crecimiento vegetativo (V_E a V_5) influye en primer lugar en la TCC, y luego en la capacidad de la planta de producir nudos y flores. En las diferentes etapas de la reproducción (R_1 a R_7) los extremos hídricos tanto déficits como excesos (lluvias intensas) son perjudiciales para el cultivo. Los mejores rendimientos, en las dos variedades seleccionadas por su amplia difusión en esta zona de cultivos de la provincia de Tucumán, se produjeron con antecesor Maíz, lo que demuestra una vez más que la cobertura dejada por el cultivo anterior es de mucha importancia en el cultivo siguiente. Esto se logra solamente con un buen sistema de rotación de cultivos.

AGRADECIMIENTOS

A los productores de la zona que proveyeron los datos de rendimientos y en algunos casos de precipitación diaria. A la EEAOC (Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes) de Tucumán por la provisión de datos de lluvias. También agradecemos al Laboratorio Climatológico Sudamericano por el suministro de información pluviométrica y bibliográfica.

REFERENCIAS

- Baigorri, H.E.J., M.L. Bodrero. 2004. Ecofisiología, formación del rendimiento y manejo del cultivo de soja. Informe Técnico .EEA INTA Marcos Juarez. Córdoba. Argentina.
- Costa, M. C., E. R. Medina, J.L. Minetti. 1997. Las sequías del semestre lluvioso en San Miguel de Tucumán periodo 1884- 1995 – 7ª. Reunión Argentina y 1ª. Latinoamericana de Agrometeorología – Sesión II Cambio Climático y Reconversión Agrícola. p. 17 y 18 - Buenos Aires. Argentina.
- Fehr, W.R., and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Spec. Rep. 80. Iowa State Univ. Coop. Ext. Serv., Ames.
- Medina, E.R., Minetti, J.L. y Costa, M.C. 2008. "Los rendimientos de soja y su dependencia hídrica en la provincia de Tucumán – Argentina". XIIª Reunión Argentina de Agrometeorología. Universidad Nacional de Jujuy – Facultad de Ciencias Agrarias. San Salvador de Jujuy. CD-ROM - ISBN: 978-950-721-320-5.

ASPECTOS BIO Y AGROCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DEL NOGAL EN EL VALLE INFERIOR DEL RÍO NEGRO

Del Barrio, R. A.¹; Martín, D. M.^{1,2}

¹Cátedra de Climatología, Universidad Nacional de Río Negro, Calle Garrone No.151. Viedma, CP 8500, Argentina.

²E.E.A. Valle Inferior del río Negro. Convenio Prov. de Río Negro-INTA.

E-mail: rdbarrio@speedy.com.ar

Palabras clave: Nogal, biotipos, heladas.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del nogal (*Juglans* spp.) ha tenido una expansión territorial muy importante en los últimos años en Argentina, habiendo incorporado a la Norpatagonia como nueva y significativa área de producción. Actualmente Río Negro tiene una superficie implantada de 1000 has (Iannamico, 2009) y en el valle inferior del río Negro (40°48' L.S. y 63°05' L.W.) es la actividad frutícola de mayor crecimiento desde el inicio de este siglo, llegando a las 450 has cultivadas (Bouhier, 2005).

El ciclo vegetativo del nogal dura 230 a 250 días (Villaseca, 2004). Es una especie termocíclica y afotocíclica. El período libre de heladas debe ser igual o superior a 180/200 días (Villaseca, 2007). Las heladas primaverales con registros de -1°C/-2°C afectan las primeras fases vinculadas al desarrollo de los brotes y flores. Al igual que otros frutales de crecimiento primaveral, tiene una temperatura mínima o base de crecimiento de 10°C. La suma de temperaturas acumuladas entre yema hinchada y madurez de cosecha es de 1300 a 1700 °día base 10 °C (Villaseca, 2007). Necesita al menos 6 meses con temperaturas medias mayores a 10 °C. La acumulación de frío invernal es necesaria para una adecuada ruptura de la dormición, emisión de hojas y cuaje de frutos. Su requerimiento medio es de 800 horas de frío (Muncharaz Pou, 2001).

El desarrollo de la nogalicultura moderna local comenzó en la década de 1980 con la implantación de variedades injertadas francesas. Hasta fines de los años '90 la superficie implantada se mantuvo en alrededor de 100 has. La "explosión" actual de plantaciones comienza con el nuevo siglo sobre la base de variedades californianas, principalmente la variedad Chandler, muy precoces en su entrada en producción comercial y con altas expresiones de rendimiento, pero de brotación más temprana que las anteriores.

El presente trabajo tuvo como objetivo comparar la fenología de tres grupos de variedades de nogal introducidos en la región; "californianas", "francesas" y "criollas" (Germain *et al.*, 1999) y analizar las disponibilidades climáticas locales a fin de definir indicadores que permitan caracterizar diferentes "tipos bioclimáticos" de nogal para esta zona productiva (Pascale y Damario, 2004). Se calculó el requerimiento de frío invernal de la especie, el riesgo de daño por heladas, y las disponibilidades calórico-térmicas en pre

brotación/floración según la fenología particular de cada grupo de variedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se tomaron en consideración las estadísticas climáticas de la E.E.A. Valle Inferior, Convenio Pcia de Río Negro – INTA, disponibles para el período 1965-2008 (Martín, 2009) complementadas con las disponibles en la misma institución para el período 2009-2010 (E.E.A. Valle Inferior, 2010). Si bien no se dispuso de series de información fenológicas tan extensas como las climáticas, los datos disponibles en la E.E.A. Valle Inferior, los aportados por nogalicultores locales, con amplia experiencia en el cultivo, y la información propia, permitieron una serie consistente para el decenio 2001-2010 de la fenología del cultivo a nivel local lográndose su contrastación robusta con la información climática recopilada. El método de observación fenológica utilizado para esta especie fue el definido por Germain, *et al.* (1999), observándose las fases de brotación, floración masculina y floración femenina.

Se evaluaron tres grupos de variedades de nogal introducidos en la región: "californianas", "francesas" y "criollas" utilizándose como referentes de estas a Chandler, Franquette, e Ivarto ó T-171, respectivamente (Iannamico, 2004). A partir del conjunto de necesidades y tolerancias a uno o varios factores biometeorológicos de las distintas variedades analizadas, se constituyen los "tipos bioclimáticos" o "biotipos" que manifiestan similares exigencias meteorológicas para completar su ciclo productivo.

Se evaluaron la adecuada satisfacción de las necesidades de enfriamiento invernal, el riesgo de daño por heladas y las disponibilidades calórico-térmicas en pre brotación primaveral según la fenología particular de cada grupo de variedades. La intensidad de frío invernal se calculó computando las "horas de frío" realmente medidas hasta 1994 por faja termográfica y mediante estimación en función de temperaturas mínimas medias mensuales (Damario *et al.*, 1998) para el resto de la serie climática. Las necesidades térmicas se expresaron como unidades de calor o suma de temperaturas efectivas con umbral 10°C considerado adecuado para esta especie (Villaseca, 2007) desde el primero de septiembre hasta el día de brotación de cada especie. La probabilidad de daño por helada tardía se determinó utilizando el

índice de peligrosidad de heladas (IPH) siguiendo la metodología de Pascale *et al.* (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto del requerimiento de frío invernal se computaron 1219 horas de frío en el lapso comprendido entre el 1° de mayo y el 31 de agosto. Este resultado garantiza los requerimientos de frío de los cultivares franceses más exigentes (Germain *et al.*, 1999 y Muncharaz Pou, 2001).

En la Tabla 1 se exponen los datos fenológicos y biometeorológicos utilizados: I) Fechas de brotación, floración masculina y floración femenina de las tres variedades utilizadas como representativas de cada biotipo estudiado, II) Temperaturas mínimas críticas en los distintos estados y III) Sumas térmicas para cada fase fenológica considerada.

Tabla 1. Fechas medias de distintas fases fenológicas y datos biometeorológicos de las variedades analizadas.

Variedad	Σ TP	Brotación			Σ TP	Floración Masc.			Σ TP	Floración Fem.		
		Inicio	Plena	Fin		Inicio	Plena	Fin		Inicio	Plena	Fin
Chandler	81.4	02-10	07-10	02-10	83.1	16-10	20-10	26-10	06.2	21-10	28-10	03-11
Franquette	126.4	15-10	20-10	25-10	167.1	29-10	01-11	05-11	202.7	04-11	09-11	14-11
Ivarto ó T-171	73	08-10	13-10	18-10	172.8	01-11	04-11	07-11	188.3	03-11	07-11	11-11
T° mín. críticas		-2.5				-1.5				-1.0		

Las necesidades de calor expresadas como sumas de temperaturas efectivas acumuladas en grados día tomando como umbral una temperatura media de 10 °C (Pascale y Damario, 2004) a partir del 1° de septiembre y hasta la brotación se relacionaron con la precocidad de cada variedad. Se observó que las variedades californianas, representadas por la variedad Chandler, requieren alrededor del 50% de las necesidades térmicas que necesitan acumular las variedades francesas (Franquette). La variedad T-171 o Ivarto, de origen criollo, requirió mayor acumulación térmica para su floración masculina, y es la variedad polinizadora seleccionada para dar una respuesta lo más tardía posible a la protandria natural de esta especie.

En las Figuras 1, 2 y 3 se esquematiza el cálculo del Índice de Peligrosidad de Heladas (IPH) de las variedades Chandler, Franquette y T-171 para los periodos de brotación, floración masculina y floración femenina.

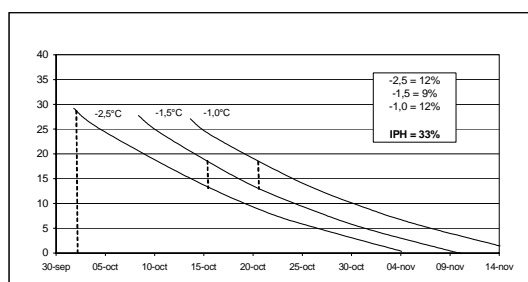


Figura 1. IPH variedad Chandler.

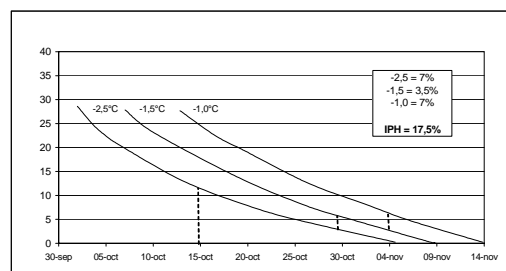


Figura 2. IPH variedad Franquette.

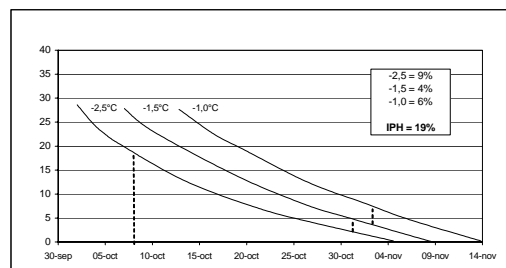


Figura 3. IPH variedad T-171.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que el régimen agroclimático del valle inferior del río Negro permite, en general, la producción de nogal en esta región, pero su aptitud nogalera varía sensiblemente según el "biotipo" considerado. Así, las variedades de origen californiano y particularmente la variedad Chandler, que ha sido la de mayor expansión en los últimos años por sus cualidades productivas, presenta limitaciones de consideración al requerir menores necesidades calóricas en pre brotación primaveral. Esto conlleva mayor precocidad asociada a un mayor riesgo de ocurrencia de daño por heladas tardías. Por el contrario los biotipos franceses y su polinizadora criolla presentan requerimientos bioclimáticos compatibles con su máxima expresión productiva en nuestra región.

REFERENCIAS

- Damario, E. A., et al. "Método simplificado para la estimación agroclimática de las horas de frío anuales". *Rev. Fac. Agr.* 18(1-2):93-97.
- Iannamico, L. 2009. "El cultivo de Nogal en climas templados-fríos. I Material Vegetal". E.E.A. Alto Valle. Ed. INTA. 115p.
- Martin, D. M. 2009. Información Técnica N° 27: Estadísticas climáticas del valle de Viedma. Año 4-N°9. E.E.A. Valle Inferior-Convenio Provincia de Río Negro-INTA.
- Muncharaz Pou, M. 2001. "EL NOGAL: Técnicas de cultivo para la producción frutal" Ediciones Mundi-Prensa. 292 p.
- Pascale, A. J. y E. Damario, 2004. *Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología*. Ed. Facultad Agronomía-Universidad de Buenos Aires.
- Villaseca, C. S. 2007. "El nogal: una especie exigente en suelo y clima" INIA Tierra Adentro. Mayo-Junio 33-35.

EVALUACIÓN DE LA HETEROGENEIDAD DE LA COBERTURA DE FOLLAJE EN UN LOTE DE PAPA Y SU INFLUENCIA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

de la Casa, A.¹; Ovando, G.¹; Bressanini, L.²; Martínez, J.³; Rodríguez, A.¹

Cátedras de ¹Agrometeorología, ²Agrotecnia y ³Física de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC)

E-mail: delacasa@agro.unc.edu.ar

Palabras clave: papa, cobertura, fRFAI, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

La productividad en lotes de papa del cinturón verde de Córdoba presentan habitualmente cierto rasgo de heterogeneidad espacial, relacionada a múltiples factores de orden técnico, por deficiencias en la plantación; edáficos, por la variabilidad temporal y espacial de la fertilidad física y química del suelo (de la Casa *et al.*, 2003); y sanitarios, como consecuencia del ataque localizado de distintas enfermedades (Van Oijen, 1991), entre otros.

La tasa de intercepción de la radiación y la extensión del ciclo aparecen como factores críticos que determinan la capacidad productiva del cultivo (Kooman *et al.*, 1996). La fracción de radiación fotosintéticamente activa interceptada (fRFAI) se determina con un instrumento que evalúa la proporción de radiación solar recibida que no incide sobre el suelo y, en consecuencia, se considera energía utilizada en el proceso de fotosíntesis. El uso correcto de este instrumento impone ciertas restricciones, siendo necesario que las lecturas instantáneas del flujo de fotones se realicen con ángulos cenitales bajos, con una proporción elevada de radiación directa, y evitando en particular condiciones de nubosidad variable (de la Casa *et al.*, 2007).

Una manera alternativa de estimar fRFAI con muchas menos restricciones de uso es a partir de las mediciones cobertura del follaje, que se pueden obtener por medio de fotografías digitales sobre el cultivo. En soja, Purcell (2000) obtuvo una relación lineal que no difiere estadísticamente de la función identidad cuando comparó las mediciones al mediodía de ambas variables.

El objetivo de este trabajo consiste en analizar la variabilidad espacial de un cultivo de papa en un lote del cinturón verde de la ciudad Córdoba utilizando mediciones de cobertura y, a partir de ellas, realizar una estimación del rendimiento de tubérculos que sea localizada espacialmente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó sobre un cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Spunta, durante ciclo semitardío del año 2009, que se extendió entre el 9 de febrero y el 29 de mayo. Las observaciones corresponden a un lote de 9 ha de producción comercial del cinturón verde de la ciudad de Córdoba (31°30' lat. Sur, 64°08' long. Oeste, 402 m.s.n.m.). Sobre el lote se trazó una grilla de 5x5 estaciones de muestreo separadas cada 47 m en el sentido N-S y cada 44 m en

el sentido de los surcos de riego (E-O). En cada estación se midió con una frecuencia media de 12 días la fracción de radiación interceptada (fRFAI) y la cobertura (f) sobre el mismo sector de 1 m² de superficie.

Las determinaciones de fRFAI se realizaron utilizando un contador del flujo de fotones fotosintéticamente activos (PAR/LAI Ceptometer, Decagon Devices, Pullman, Washington, USA), con la barra dispuesta de manera perpendicular al surco. Los valores de fRFAI se obtuvieron con la siguiente expresión:

$$fRFAI = 1 - \left(\frac{FRFA_{abajo}}{FRFA_{arriba}} \right) \quad (1)$$

siendo FRFA_{arriba} la lectura del flujo instantáneo de radiación fotosintéticamente activa medida por encima y FRFA_{abajo} el valor del flujo de radiación de un promedio de tres lecturas realizadas por debajo del dosel.

La fracción de suelo cubierto por papa (f) se determinó a partir de una fotografía digital adquirida sobre el cultivo y aplicando técnicas de interpretación de imágenes. El valor de f se calculó con un algoritmo de clasificación de imágenes digitales que aplica el método de máxima verosimilitud y permite identificar hasta 4 clases: suelo y follaje, al sol y con sombra, respectivamente. La estimación de fRFAI a partir de f (fRFAI_f), se realizó con la siguiente expresión (de la Casa *et al.*, 2008):

$$fRFAI_{f} = 1 - (1 - f)^{0.7} \quad (2)$$

siendo 0,7 el cociente entre los coeficientes de extinción obtenidos con el interceptómetro y la cobertura (ki/kf).

Al final del ciclo se realizó la cosecha de la totalidad de tubérculos producidos en cada estación de muestreo para obtener el rendimiento (peso húmedo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo 2009 de papa tardía en el cinturón verde de Córdoba presentó un fuerte ataque de trips (*Frankliniella occidentalis*) que transmitió la enfermedad de "peste negra" (com. pers. Ing. Agr. Vilma Mazzuferi). En el lote esta virosis se manifestó a los pocos días de la emergencia, disminuyendo la población de plantas y reduciendo drásticamente la fracción de radiación interceptada en algunos sectores. La evolución que experimentó la cobertura del cultivo de papa a lo largo del ciclo en cada una de las 25 parcelas de la grilla se presenta en la Figura 1.

A los efectos de analizar el alcance explicativo de f, la Figura 2 presenta la relación entre los valores observados de fRFAI y los estimados a partir de la

información de cobertura, utilizando directamente f como sucedáneo y también a partir del modelo propuesto por de la Casa *et al.* (2008). Estos datos corresponden a un promedio de todas las mediciones que se realizaron al cabo de 60 días después de plantación.

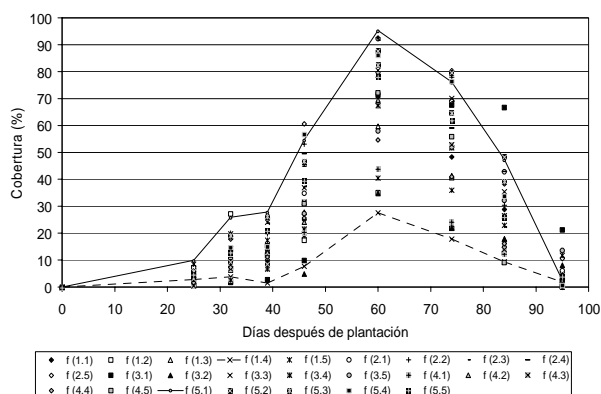


Figura 1. Variación de la cobertura del cultivo de papa en las 25 parcelas/nodos del lote del cinturón verde de Córdoba, durante el ciclo semitardío de 2009. La línea de guiones une las mediciones de una parcela (1.4) donde la cobertura alcanza valores mínimos y la continua hace lo propio en la parcela (5.1) que tiende al máximo.

Mientras la utilización directa de f produce una sobreestimación sistemática de la radiación interceptada en todo el rango analizado, el modelo produce una ligera subestimación de $fRFAI$ sólo para valores altos. De todos modos, en ambos casos la capacidad de explicar la variabilidad de $fRFAI$ es de 88% y, de una u otra forma, se aprecia que f es capaz de representar de manera muy ajustada la variación de $fRFAI$ en todo el lote.

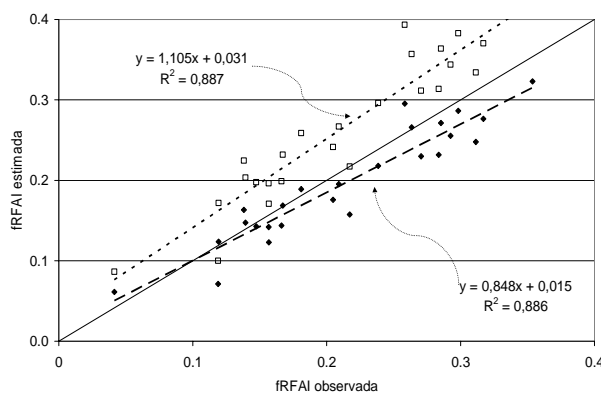


Figura 2. Valor medio de la fracción de radiación fotosintéticamente activa interceptada observada los primeros 60 días después de plantación y los estimados directamente a partir de la cobertura (f) (cuadrados vacíos) y con el modelo $fRFAI_f = 1 - (1 - f)^{0.7}$ (rombos rellenos).

La diferencia marcada de f entre los distintos sectores del lote puede ser aprovechada para analizar su repercusión a nivel productivo, tanto de manera acumulativa como puntual. En el primer caso, se utilizó el valor medio de la cobertura de los primeros 60 días del ciclo (hasta alcanzar la máxima diferencia entre

parcelas) y, en el segundo, utilizando sólo las mediciones realizadas el 10/04 (diferencia máxima). Los resultados de la relación lineal entre el rendimiento de tubérculo en fresco y distintas variables independientes se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de regresión (a: ordenada; b: pendiente) y determinación (R^2) para la relación lineal entre el rendimiento de tubérculo (ph) y distintas variables independientes: fracción de radiación fotosintéticamente activa interceptada ($fRFAI$), cobertura (f) y el valor estimado de $fRFAI$ a partir de f ($fRFAI_f$).

Hasta 60 días después de la emergencia			
	$fRFAI$	f	$fRFAI_f$
a	-125,25	-158,30	-75,55
b	8785,64	7164,30	9304,75
R^2	0,85	0,779	0,77
Día con máximo rango de cobertura (10/04)			
a	262,37	-283,93	22,75
b	3039,41	2914,20	2938,64
R^2	0,725	0,64	0,64

A partir de las mediciones de $fRFAI$ se logra mayor capacidad explicativa de la variabilidad del rendimiento, de modo que su valor medio hasta que el cultivo de papa alcanza máxima cobertura, presenta un coeficiente de determinación significativo de 0,85 ($P < 0,01$). No obstante, en caso de utilizar directamente f o $fRFAI_f$, la variabilidad residual no se incrementa demasiado. El análisis de la variabilidad espacial del rendimiento utilizando la información recabada sólo el día de máxima cobertura, si bien produce niveles de determinación más reducidos en los 3 casos, mantiene la misma tendencia de las variables independientes y evita todo el muestreo tanto anterior como posterior.

REFERENCIAS

- de la Casa, A., G. Ovando, A. Rodríguez, L. Bressanini, y E. Buffa, 2003. Evaluación espacial del nitrógeno disponible en un cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. cv. Spunta) en Córdoba, Argentina. *Agricultura Técnica (Chile)* 63:311-318.
- de la Casa, A., G. Ovando, L. Bressanini, Á. Rodríguez, y J. Martínez, 2007. Uso del índice de área foliar y del porcentaje de cobertura del suelo para estimar la radiación interceptada en papa. *Agricultura Técnica (Chile)* 67:78-85.
- de la Casa, A., G. Ovando, L. Bressanini, Á. Rodríguez, y J. Martínez, 2008. Evaluación de un modelo para estimar la fracción de radiación interceptada en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo distintas densidades de plantación. XII Reunión Argentina de Agrometeorología. Univ. Nacional de Jujuy: Fac. de Ciencias Agrarias 2008.
- Kooman, P.L., M. Fahem, P. Tegera, and A.J. Haverkort. 1996. Effects of climate on different potato genotypes. I. Radiation interception, total and tuber dry matter production. *Europ. J. Agronomy* 5:193-205.
- Purcell, L.C., 2000. Soybean canopy coverage and light interception measurements using digital imagery. *Crop Science* 40:834-837.
- Van Oijen, M. 1991. Light use efficiencies of potato cultivars with late blight (*Phytophthora infestans*). *Potato Res.* 34:123-132.

DISCRIMINACIÓN DE FLUJOS DE CO₂ MEDIDOS POR ESTACIONES EDDY COVARIANCE EN ÁREAS HETEROGÉNEAS A PARTIR DEL USO DE MODELOS DE FOOTPRINT

71

García, A. G.; Campos, A. N.; Posse, G.; Di Bella, C. M.

Instituto de Clima y Agua, INTA. N. Repeto y de los Reseros s/n, CP 1816, Hurlingham, Bs. As., Argentina

E-mail: aggarcia@cniia.inta.gov.ar

Palabras clave: *área fuente, heterogeneidad de paisaje.*

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un interés creciente por conocer el balance de carbono a distintas escalas espaciales, ya sea en ecosistemas nativos o agrícolas. El desarrollo de sensores micrometeorológicos y la aplicación de técnicas de análisis de flujos turbulentos o eddy covariance (EC) ha permitido avanzar en la caracterización de la interfaz vegetación-atmósfera en términos de carbono. Los flujos obtenidos mediante la aplicación de estas técnicas integran espacialmente los intercambios gaseosos provenientes de un área fuente o footprint (Fp). Esta metodología supone que el flujo registrado por los sensores a la altura de medición fue originado por un área extensa ubicada en la dirección del viento. Dicha área puede ser dividida en n porciones del terreno que contribuyen al flujo observado en función de su distancia respecto a los sensores. Los análisis de Fp consisten por lo tanto en el estudio de la relación existente entre el área fuente y el flujo medido (Aubinet *et al.* 2000). La delimitación del Fp resulta de suma importancia para una correcta interpretación de los datos medidos, especialmente en ecosistemas heterogéneos o en lotes agrícolas de pequeñas dimensiones (Neftel *et al.* 2008). Estas relaciones pueden ser caracterizadas mediante el uso de modelos analíticos de dispersión (*e.g.* Shuepp *et al.* 1990, Schmid 1994) conociendo la dirección y velocidad del viento, y las condiciones atmosféricas (Neftel *et al.* 2008). El objetivo de este trabajo ha sido desarrollar una herramienta informática capaz de calcular la contribución relativa de distintos tipos de cobertura a los valores de flujo de CO₂ registrados por estaciones EC.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación del Fp utilizamos la aproximación propuesta por Soegaard *et al.* (2003), donde la contribución relativa al flujo total (F_x) de cada metro lineal del terreno (x) en la dirección del viento, se calcula como (Shuepp *et al.* 1990):

$$F_x = \frac{u}{u_*} \frac{Z_m}{kx^2} e^{-(u/u_*)} (Z_m/kx) \quad (1)$$

donde Z_m es la altura de medición, k es la constante de von Kármán (0.4), u es la velocidad del viento y u_* es la velocidad de fricción. Asumiendo que la contribución al flujo en la dirección perpendicular al viento predominante (y) presenta una distribución Gaussiana, la contribución total en

cualquier punto $F_{x,y}$ puede calcularse como (Gryning *et al.* 1987):

$$F_{x,y} = \frac{F_x}{u_* \sqrt{2\pi} \sigma_y} e^{-(y^2/2\sigma_y^2)} \quad (2)$$

donde σ_y es un término que define la magnitud de la dispersión del viento lateral. Este modelo, el cual puede adaptarse para ser ejecutado en forma rutinaria dentro de la cadena de procesamiento de los datos EC, obtiene la función $F_{x,y}$ para cada dato de flujo y la combina con una imagen clasificada del área de interés con el propósito de calcular las contribuciones relativas de cada tipo de cobertura vegetal. El método descrito fue aplicado utilizando la información micrometeorológica proveniente de dos estaciones EC instaladas en ecosistemas contrastantes. Una de ellas (EC₁) se encuentra ubicada en el límite de dos lotes agrícolas del Partido de Mercedes, noreste de la provincia de Buenos Aires (34°38'29,7"S; 59°28'31,7"O), mientras que la segunda (EC₂) se ubica en un campo ganadero del centro de la provincia de San Luis (33°27'50,8"S; 66°27'34,5"O). En Mercedes, el sitio de estudio se ubica en un área agrícola-ganadera de la Pampa Ondulada (Soriano 1991). La zona se caracteriza por la presencia de lotes bien definidos y de tamaño variable ocupados por cultivos anuales o perennes, o pastizales naturales en su menor medida. En San Luis, el sitio de estudio corresponde a la región fitogeográfica del Chaco Seco. En esta región, originalmente ocupada por bosques y arbustales xerofíticos definidos como "Algarrobal cerrado con Jarillal" (Peña Zubiarte *et al.* 1998), se observa un paisaje heterogéneo, donde grandes extensiones de tierra destinadas a la agricultura bajo riego se insertan en una matriz dominada por campos ganaderos ocupados en su mayor extensión por la vegetación nativa. Las dos estaciones fueron instaladas en el año 2009 con el propósito de caracterizar el intercambio neto de CO₂ del bosque seco de San Luis y de las rotaciones agrícolas características de Mercedes. Ambos sitios están equipados con un anemómetro sónico 3-D y un analizador infrarrojo de gases atmosférico (IRGA). Estos sensores están colocados a 9 y 3,5 m sobre el nivel del terreno en San Luis y Mercedes, respectivamente. El flujo de CO₂ se calculó utilizando el software EVEDDY, desarrollado por INTA (2009). Para la estación EC₁ se utilizaron datos de flujo de CO₂ correspondientes a la campaña agrícola de invierno de 2009 (DOY 275 a 353 de 2009), mientras que para la estación EC₂ se utilizaron los datos de parte

de la estación de crecimiento (DOY 353 de 2009 a DOY 67 de 2010).

RESULTADOS Y DISCUSION

Para la estación EC_1 , la dirección del viento determinó la contribución relativa de los diferentes cultivos (trigo y avena) a los valores de flujo de CO_2 calculados cada media hora. Fue posible diferenciar situaciones donde el área fuente se correspondió con un único tipo de vegetación en toda su extensión (e.g. DOY 282) frente a otras en las cuales participaron los dos cultivos (e.g. DOY 280; Fig. 1). Para la estación EC_2 se delimitó el área que integra todas las variantes de Fps calculados durante el período de análisis (Fig. 2). En este caso se advierte que el único tipo de cobertura muestreada fue el monte nativo. En San Luis, la heterogeneidad del paisaje no representó un obstáculo a la hora de caracterizar el intercambio gaseoso del monte debido principalmente a la gran extensión del lote donde se localizó la estación EC_1 .

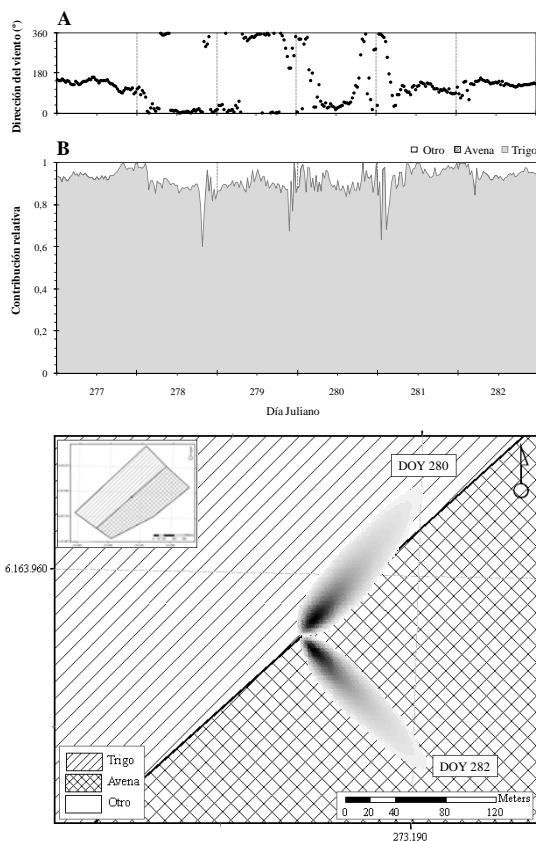


Figura 1. Estación EC_1 . (A) Dirección del viento y (B) contribución relativa de cada tipo de cobertura durante 6 días consecutivos. (C) Ubicación y extensión del área correspondiente al Fp calculado para dos días a las 13:00 hs. DOY: día Juliano.

CONCLUSIONES

La implementación de esta metodología en un entorno de cálculo amigable facilita la delimitación del área fuente de los flujos observados y por lo tanto permite conocer cuál es la cobertura vegetal que efectivamente está siendo muestreada. Además, representa una herramienta valiosa a la hora de tomar decisiones respecto a la ubicación y

altura de los sensores EC a colocar en áreas heterogéneas.

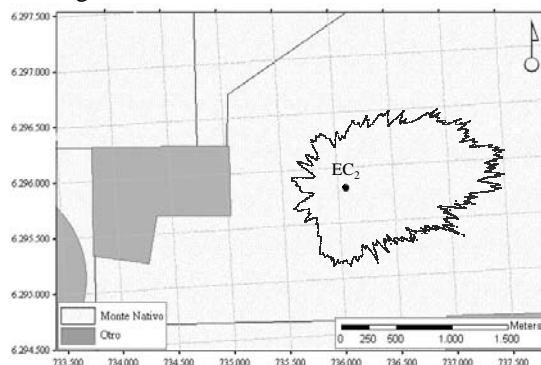


Figura 2. Ubicación y extensión del área correspondiente a todas las situaciones de footprint calculadas para la estación EC_2 durante el período de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con el apoyo de distintos proyectos de investigación, financiados por el INTA (AERN4, AERN 293320 y AERN 293321) y FONCyT (PICT 2006-1840), y becas de formación de posgrado CONICET (García A.) e INTA (Campos A.). Se agradece al Dr. Klaus Krichter por los valiosos aportes realizados.

REFERENCIAS

- Aubinet M., Grelle A., Ibrom A., Rannik U., Moncrieff J., Foken T., Kowalski A., Martin P., Berbigier P., Bernhofer C., Clement R., Elbers J., Granier A., Grunwald T., Morgenstern K., Pilegaard K., Rebmann C., Snijders W., Valentini R., Vesala T. 2000. Estimates of the annual net carbon and water exchange of european forests: the EUROFLUX methodology. *Advances in Ecological Research* 30, 113–175.
- Gryning S.E., Holslag A.A.M., Irwin J.S., Siverstsen B. 1987. Applied dispersion modelling based on meteor scaling parameters. *Atmos. Environ.* 21, 79–89.
- INTA. 2009. Manual para el procesamiento de datos medidos con sistemas Eddy Covarianza. Internal Report (in Spanish). CNIA, Instituto de Clima y Agua.
- Neftel A., Spirig C., Ammann C. 2008. Application and test of a simple tool for operational footprint evaluations. *Environ. Pollution* 152 (2008) 644–652.
- Peña Zubiate C., Anderson D.L., Demmi M.A., Sáenz J.L., d'Hiriart A. 1998. Carta de Suelos y Vegetación de la Provincia de San Luis. INTA E. E. A. San Luis–Gobierno de la Provincia de San Luis, 115 pp.
- Schmid H.P. 1994. Source areas for scalars and scalar fluxes. *Boundary-Layer Meteorol.* 67, 293–318.
- Schuepp P.H., Leclerc M.Y., MacPherson J.I., Desjardins R.L. 1990. Footprint prediction of scalar fluxes from analytical solutions of the diffusion equation. *Boundary-Layer Meteorol.* 50, 355–373.
- Soegaard H., Jensen N.O., Boegh E., Hasager C.B., Schelde K., Thomsen A. 2003. Carbon dioxide exchange over agricultural landscape using eddy correlation and footprint modelling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 114(3-4), 153-173.
- Soriano A. 1991. Temperate subhumid grasslands of South America. In: Temperate subhumid grasslands. RT Coupland (ed.) *Ecosystems of the World, Volume 8A, Natural Grasslands*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 367-407 pp.

ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD DE TRES MODELOS DE FOOTPRINT CON RESPECTO A LA ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA Y AL PARÁMETRO Z_0

Gattinoni, N. N. ; Posse, G.

Instituto de Clima y Agua, INTA, Las Cabañas y Los Reseros s/n Hurlingham, Buenos Aires, CP 1686, Argentina.

E-mail: ngattinoni@cni.inta.gov.ar

Palabras clave: footprint, dióxido de carbono

INTRODUCCIÓN

La técnica Eddy Covariance (EC) es ampliamente utilizada para la cuantificación del balance anual de carbono de un ecosistema (Baldochi *et al* 2001). La misma permite cuantificar el intercambio neto de CO_2 intercambiados entre el ecosistema y la atmósfera. La interpretación de estos resultados requiere conocer el área desde la cual proceden dichos flujos y si sus dimensiones superan la extensión homogénea del ecosistema que rodea al punto de medición.

El footprint de una medición define el contexto espacial de la misma, permitiendo estimar la probabilidad de que un escalar pasivo emitido desde un punto fuente contribuya al flujo turbulento medido en la posición del receptor. Su magnitud depende de la estabilidad atmosférica, la altura del sensor, la rugosidad del terreno en la zona viento arriba del sensor.

Existe una variedad de modelos de footprint, en los cuales se utilizan aproximaciones analíticas, estocásticas o numéricas dentro de los modelos de difusión Euleriano y Lagrangeano. Un detalle de las diferentes aproximaciones pueden ser vistas en Schmid (2002).

Para la realización de este trabajo se han escogido tres modelos de footprint: Hsieh *et al* (2000) el cual resulta de la combinación de una solución analítica y un modelo de estocástico de Lagrange; la parametrización de Schmid (1994) basada en una solución analítica y una parametrización simple utilizando un modelo estocástico Lagrangiano propuesta por Kljun *et al* (2004).

Los objetivos de este trabajo fueron realizar una comparación entre los modelos nombrados anteriormente y analizar su sensibilidad ante cambios en longitud de rugosidad del ecosistema y la estabilidad de la atmósfera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se emplearon los datos registrados, entre octubre y diciembre de 2009, por un anemómetro sónico Metek USA y un analizador de gas infrarrojo (Licor 7500) de respuesta rápida. Estos sensores fueron montados sobre una torre a 3.5m de altura en un lote en la ciudad de Mercedes provincia de Buenos Aires. A partir de la técnica EC se obtuvieron los promedios y las covarianzas

cada 30 minutos de las velocidades de viento, concentraciones y flujos de CO_2 y vapor de agua.

Para estimar la procedencia de los flujos de CO_2 y vapor de agua medidos por la torre, o sea para conocer el área de influencia de cada una de las mediciones se aplicaron tres modelos de footprint: Hsieh *et al* (2000), Schmid (1994) y Kljun *et al* (2004). A partir de los modelos empleados se obtuvo la distancia horizontal corriente arriba del sensor desde la cual se considera, con una dada probabilidad, que el área fuente contribuye a los flujos registrados.

La implementación de cualquiera de los tres modelos requirió conocer la altura de medición ($Z_m=3.5\text{m}$), la longitud de rugosidad ($Z_0=0.04\text{m}$), la estabilidad de la atmósfera y la velocidad de fricción (U^*). En particular, se utilizaron los datos de desviación estandar de la velocidad vertical (σ_w) y de la velocidad horizontal transversal (σ_v) para los modelos de Kljun *et al* (2004) y Schmid (1994) respectivamente.

El modelo de Kljun *et al* (2004) puede ser aplicado en distintas condiciones de estabilidad atmosférica sólo presenta las siguientes restricciones: $-200 \leq z/L \leq 1$, $U^* \geq 0.2 \text{ m/s}$ y $Z_m > 1\text{m}$.

Con respecto a la parametrización (FSAM) de Schmid (1994) no es válida para condiciones neutrales y presenta ciertas limitaciones que pueden ser consultadas en el trabajo citado y provocaron que una gran cantidad de datos fueran rechazados y no contemplados en el estudio. Finalmente el modelo de Hsieh *et al* (2000) se caracteriza por no presentar restricciones y por ser de fácil aplicación.

Se consideraron tres valores de Z_0 : 0.04, 0.1 y 1 m y se definió la estabilidad atmosférica de acuerdo al parámetro Z/L donde L es la longitud de Monin-Obukov ($|z/L| \leq 0.01$ condiciones neutrales).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se indicó anteriormente, a cada medición, correspondiente a la integración de 30 minutos de datos, se implementó cada uno de los modelos de footprint para conocer la distancia horizontal hasta la cual se considera que el ecosistema contribuye al flujo medido (Figura 1). El modelo de Hsieh *et al* (2000) presentó mayor dispersión, con valores que oscilaron entre los 20 m y 600m corriente arriba de la torre. Los modelos restantes mostraron valores inferiores a 100 m, observándose que el modelo de Kljun *et al* (2004) presentó valores intermedio entre los modelos de

Hsieh *et al* (2000) y Schmid (1994). Las tres parametrizaciones dieron evidencias de que en condiciones estables la distancia horizontal es mayor que en condiciones inestables.

Se analizó la sensibilidad de los modelos ante las distintas condiciones de estabilidad atmosférica (Figura 2). Hsieh *et al* (2000) presentó valores muy próximos (alejados) a la torre en condiciones muy inestables (estables), para condiciones neutrales la distancia permaneció constante. En el modelo de Kljun *et al* (2004) no se aprecian estas características ante las distintas condiciones de estabilidad. A pesar de no poder contar con demasiados datos, el modelo de Schmid (1994) tiende a comportarse de manera similar a Hsieh *et al* (2000).

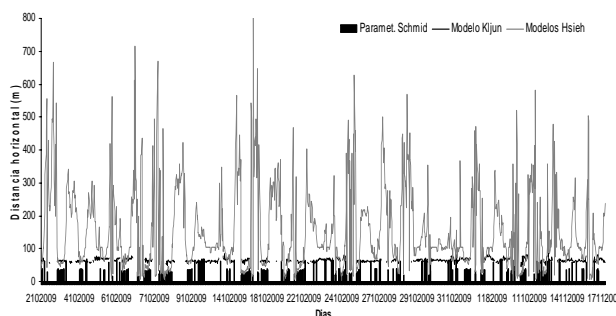


Figura 1. Comparación entre la distancia horizontal estimada por los modelos de Hsieh (curva gris), Kljun (curva negra) y Schmid (barras)

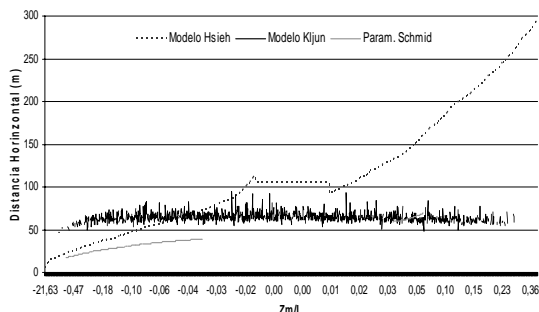


Figura 2. Distancia horizontal corriente arriba del sensor, calculada a partir de los tres modelos empleados, en función al parámetro de estabilidad (Z_m/L).

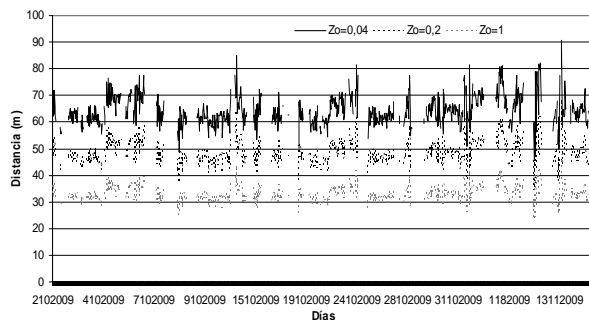


Figura 3. Distancia horizontal calculada a partir del modelo de Kljun empleando distintos valores del parámetro de rugosidad (Z_o).

Finalmente, se estudió la sensibilidad de los modelos ante cambios en la longitud de rugosidad. En la Figura 3 se muestran los resultados obtenidos con el modelo de Kljun *et al* (2004) en la cual se puede observar que las distancias son próximas a la torre para valores de Z_o mayores. Idénticos resultados se obtuvieron con los modelos restantes.

CONCLUSIONES

La importancia de conocer el footprint de las mediciones de flujos radica fundamentalmente en poder relacionar las medidas realizadas en la torre con otro tipo de medidas (avión, estudios de índice de área folial, etc) y determinar si el área fuente obtenida es superior o no corresponde con el ecosistema que estamos analizando.

En los casos de inestabilidad atmosférica, los modelos de Schmid y Hsieh presentaron una distancia horizontal más próxima al sensor; mientras que la estimación por el modelo restante no fue afectada por las condiciones de estabilidad. La sensibilidad en cuanto a Z_o mostró que a mayor valor del mismo la distancia resulta menor en los tres modelos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con apoyo del AERN 3632 (293320 y 293321). Gattinoni N. agradece a Kljun N. por haberle facilitado el código fuente de la parametrización del footprint.

REFERENCIAS

- Baldocchi, D. D., Falge, E., Gu, L., Olson, R., Hollinger, D., Running, D., Anthoni, P. M., Bernhofer, C., Davis, K. J., Evans, R., Fuentes, J. D., Goldstein, A. H., Katul, G. G., Law, B. E., Lee, Z., Malhi, Y., Meyers, T. P., Munger, W., Oechel, W., Paw U, K. T., Pilegaard, K., Schmid, H. P., Valentini, R., Verma, S. B., Vesala, T., Wilson, K. B. y Wofsy, S. C. 2001. FLUXNET: A new tool to study the temporal and spatial variability of ecosystem-scale CO₂, water vapor, and energy flux densities. *Bull. of the Amer. Meteorological Society*, 82 (415-2434).
- Hsieh, C.; Katul, G.; Chi T. 2000. An approximate analytical model for footprint estimation of scalar fluxes in thermally stratified atmospheric flows. *Advances in Water Resources*. 23 (765-772).
- Kljun, N.; Calanca, P.; Rotach, M.W.; Schmid, H.P. 2004. A simple parameterisation for flux footprint predictions. *Boundary Layer Meteorology*. 112 (503-523).
- Schmid, H.P. 1994. Source areas for scalars and scalar fluxes. *Boundary Layer Meteorology*. 64 (293-318).
- Schmid, H.P. 2002. Footprint modelling for vegetation atmosphere exchange studies: a review and perspective. *Agricultural and Forest Meteorology*. 113 (159-183).

PERCEPCIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA POBLACIÓN RURAL DE TRES PISOS TÉRMICOS DEL MUNICIPIO DE MANIZALES EN COLOMBIA

Giraldo Vieira, C.¹; Barrucand, M.^{1,2},

¹PEPACG/CONICET – Pontificia Universidad Católica Argentina

²DCAO/CONICET – Universidad de Buenos Aires

Email: barrucand@at.fcen.uba.ar

Palabras clave: adaptación – cambio climático – población rural

INTRODUCCIÓN

Colombia, como parte del Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático desde 1995, realizó su primera comunicación (CN1) en el 2001 (IDEAM, 2007). En ésta habló de la adaptación de los sistemas más vulnerables al cambio: los ecosistemas de alta montaña y de las islas y costas del caribe. Además resaltó las amenazas para la salud humana por la expansión del dengue y la malaria, y para las actividades económicas como la generación hidroeléctrica y la agricultura por la reducción de la oferta hídrica.

Los ecosistemas de Colombia se verían seriamente afectados por el cambio en la temperatura y la precipitación. Se identificó que dentro de los más vulnerables se encuentran los ecosistemas de alta montaña, dada la fragilidad de los biomas localizados en esas zonas altitudinales. Los glaciares y los biomas de páramo, debido a un avance en altitud, reducirían su área y pondrían en condiciones difíciles los ecosistemas asociados (Lineamientos de cambio climático, 2002:11).

El cambio climático puede reducir la extensión de los ecosistemas, y afectar aquellos más frágiles y menos extendidos. La actual estructura en la tenencia de la tierra puede resultar obsoleta para los actuales usos, cuando la modificación del clima conduzca a nuevas aptitudes.

Manizales, municipio y capital de Caldas (Colombia), se encuentra ubicado en la zona Andina, posee una diversidad de ecosistemas, que convierte a la zona en un complejo vulnerable al cambio climático. En este trabajo se presentan algunos resultados de un estudio realizado sobre la percepción y adaptación al cambio climático de los habitantes de tres pisos térmicos del municipio de Manizales

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta a los habitantes del lugar a partir de una muestra aleatoria de algunas veredas ubicadas en la zona rural del municipio y alrededores. Se les consultó sobre el clima, la flora, la fauna que reconocían en el lugar y los cambios que observaron en los últimos años. Se les consultó también si habían recibido asesoría vinculada al manejo de recursos agrícolas -ganaderos y cómo afrontaron y remediaron situaciones derivadas de

los cambios en la vegetación, los cultivos, insectos y plagas, entre otros. Se buscaba evaluar si los mecanismos de adaptación fueron planificados o espontáneos.

Se requirió que la población entrevistada llevara habitando más de diez años en la zona, con el fin de poder obtener información más robusta sobre el conocimiento de especies naturales de la zona y la apreciación de los cambios presentados durante un periodo razonable de tiempo.

Las altas pendientes del terreno y el escaso acomodamiento y mantenimiento de las vías, hizo que el transporte en vehículos de doble tracción, y en algunos casos el caminar, fuera el modo más adecuado para el acceso a las diferentes veredas o fincas, en especial en algunas zonas de camino de herradura, que se localizaban al interior de la montaña, fuera del área de carreteras pavimentadas. Dentro de este contexto de dificultad en el acceso a las distintas fincas, se llegaron a relevar un total de 33 viviendas

El área de investigación se dividió en tres niveles: Medio (M), frío (F) y páramo-glaciario (P-G). En la tabla 1 se presentan las alturas de cada uno de ellos y el rango de temperatura observado

Tabla 1: Pisos térmicos evaluados durante la investigación

Pisos	Altura (m)	Temperaturas
Medio	1000-2000	17 a 24 °C
Frío	2000-3000	12 a 17 °C
P-G	> 3000	6 a 12 °C

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presentan los cambios percibidos por la población de los distintos pisos térmicos para diferentes variables. Según la percepción de los habitantes, en todos los pisos térmicos manifiestan cambios en el clima, como es el caso del aumento de temperatura en los pisos térmicos medio y páramo-glaciario y disminución en el frío. El aumento de temperatura es más marcado en el piso térmico páramo-glaciario, donde la población manifiesta un cambio en sus vestimentas tradicionales (mermaron el uso de abrigos). Esto coincide con los registros históricos observados de temperatura de la zona en la que se manifiesta un aumento en las máximas y mínimas.

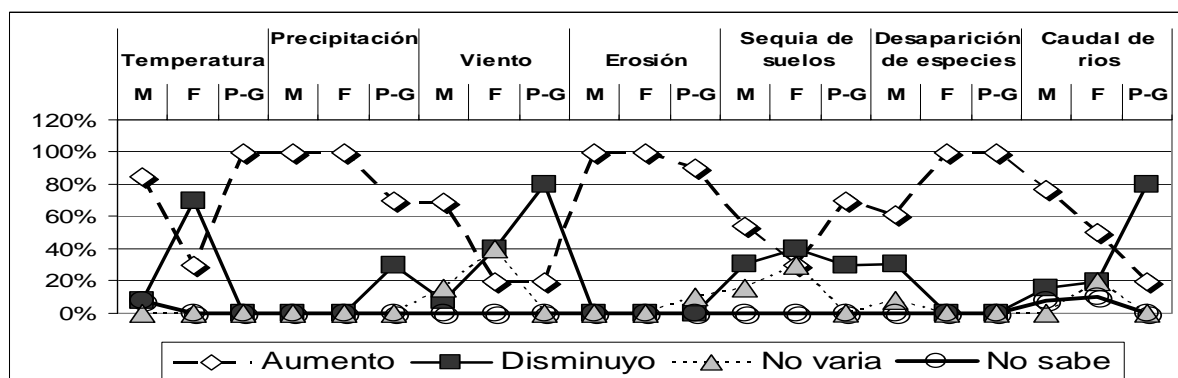


Figura 1: Cambios percibidos por la población rural de tres pisos térmicos en cuanto a variables meteorológicas, suelos, ríos y especies. Para los pisos medio (M), frío (F) y páramo-glaciar (P-G). Fuente: Encuesta percepción 2008- 2009 elaboración propia.

La población percibió un aumento de la precipitación. Esta situación ocasiona movimientos de roca y suelo que perjudican su movilización y, en algunos casos, sus viviendas y cultivos. Esta percepción se ve influenciada fuertemente por el momento en que se realizó la encuesta, que fue coincidente con uno de los años más lluviosos registrados en los últimos años.

Los pobladores también fueron consultados respecto a los cambios que observados en los cultivos, flora y fauna en general. Ellos manifestaron cambios en las formas, colores y características de los cultivos y vegetación, que han disminuido los niveles de producción. Esto ha generado problemas económicos en los habitantes de la zona y obligó la utilización de nuevas semillas e introducción de nuevas especies, que se adapten a las nuevas condiciones climáticas y las condiciones del suelo.

Consultados con respecto a la adaptación que debieron realizar frente a los cambios observados, la población de todos los pisos térmicos manifestó un aumento del uso de agroquímicos, en especial en el piso térmico frío, zona de altos niveles de productividad.

Algunos de los cambios percibidos por la población fueron referentes no solo al cambio climático sino a las situaciones antrópicas existentes, en donde el manejo de los suelos, la deforestación y la ganadería, han influido de cierto modo en las variaciones encontradas tanto del medio que les rodea como en sus comportamientos.

Asimismo, se encontró que varios de los pobladores aplican mecanismos de agricultura limpia como sistemas de adaptación, porque buscan evitar los mecanismos comunes de aumento de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, fungicidas y abonos químicos).

En la mayoría de los casos la adaptación al cambio climático de la población rural del municipio de Manizales y alrededores es espontánea. Los habitantes buscan adaptarse por sus medios, con asociaciones mutuales, con huertos comunitarios, con aplicaciones caseras naturales

y/o tradicionales del área y con búsqueda particular de asesoría por medio de las entidades gubernamentales de la zona, con el fin de contrarrestar la problemática que estos cambios les están generando. Los pocos casos de adaptación planificada, consisten en sistemas de asesorías referenciados por entidades relacionadas con el tema agropecuario e hídrico.

Habitualmente, la población rural busca consultas de tipo técnico y no como indicadores de soluciones ante variaciones ocasionadas por cambio climático, ya que existe un desconocimiento casi generalizado en cuanto a la temática.

CONCLUSIONES

La población rural del Municipio de Manizales ha percibido cambios en algunas variables climáticas (especialmente en el piso térmico páramo-glaciar), en los cultivos, flora y fauna en general. Los pobladores han tenido que adaptarse a estos cambios, pero son pocos los casos de adaptación planificada.

AGRADECIMIENTOS:

Al Consejo Municipal de desarrollo rural de la Alcaldía de Manizales y a todas las personas que hicieron posible este trabajo A la Universidad Católica Argentina, por el financiamiento de esta presentación

REFERENCIAS

- IDEAM (ed.). 2001. Colombia I Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Bogotá D.C., Colombia: Trade Link Ltda.
- Ministerio Del Medio Ambiente, Dep Nacional De Planeación, 2002. **Lineamientos de política de cambio climático**, resumen ejecutivo. Bogota, Colombia, In: <http://homologa.ambiente.sp.gov.br>

IMPACTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA DE LA LECHE

Goldberg, S.; Barontini, J. E.
Universidad Nacional de Luján

Email: meteorologia@unlu.edu.ar

Palabras Clave: Estrés térmico, proteína en leche

INTRODUCCION

La cantidad y composición de leche producida por el ganado vacuno depende de las características individuales del animal, del tiempo transcurrido después del parto, de las prácticas de manejo (alimentación, disponibilidad de agua, entre otros) y de las condiciones ambientales (Martínez Marín, 2006). En este último caso son de fundamental importancia los efectos generados por el impacto del estrés calórico sobre los animales homeotermos (Goldberg y otros, 2009). Para minimizarlo es posible implementar diversas estrategias de manejo; la elección de las prácticas adecuadas como su planificación requieren del conocimiento de la respuesta de las vacas al estrés por calor (Mujica Arraigo, 2005).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de las condiciones ambientales sobre la cantidad de proteína en leche en la Cuenca Lechera Abasto Norte.

MATERIALES Y MÉTODOS

La base de datos se construyó con la información de las variables de producción expresada en litros/vaca (LITRO) y de contenido de proteína expresada en kg/vaca (KgPROT) de cada una de las vacas del tambo obtenida a través de los controles lecheros mensuales del tambo de la Universidad Nacional de Luján (34°36'20"LS, 59°04'18"LO) durante los veranos del período 2001-2009. El clima del lugar se caracteriza como Cfa según la clasificación de Köppen. Las temperaturas máximas y mínimas medias durante el período estival (D-E-F) (1988-2009) son de 28.4°C y 15.7°C respectivamente y la precipitación media mensual para el mismo período es de 110.3mm. El tambo que, durante el período de esta investigación, manejó un promedio anual de 113 vacas Holando Argentino con un período post parto entre 1 y 22 meses, estuvo organizado en dos rodeos (R1 y R2) discriminados según su nivel de producción, que reciben un manejo diferencial en lo que se refiere a las alimentación. La producción media diaria del tambo es de 23,6 litros de leche por vaca y de 0,71 kg de proteína por vaca.

Dado el efecto de la curva de lactancia sobre la producción y composición, se acotó la base de datos a un subgrupo integrado por aquellas vacas cuyo tiempo de lactancia estaba comprendido entre

los 3 y 8 meses (Goldberg y otros, 2009) y Tregoning, (comunicación personal).

Las observaciones meteorológicas provienen de la estación meteorológica estándar ubicada en el predio de la Universidad. Se obtuvo de allí información de precipitación, temperatura máxima y mínima diaria, y datos de temperatura y humedad relativa de las 9 hs y a las 15 hs para los meses de diciembre, enero y febrero del período (2001-2009). Se calculó el índice de temperatura y humedad (ITH) a las horas de la temperatura máxima y mínima utilizando la ecuación desarrollada por el National Research Council (1971) de Estados Unidos, Leva y otros (2000).

$$ITH = 1.8(^{\circ}C^{-1})T + 32 - (0.55 - 0.0055HR)(1.8(^{\circ}C^{-1})T - 26)$$

Donde T= temperatura ambiente en °C

HR= humedad relativa en base decimal

asumiendo la aproximación de que la HR medida a las 9 y a las 15 hs es una estimación de los valores registrados a la hora de la temperatura mínima y máxima, respectivamente

Se utilizó el software SPSS V.14 (2005) con el que se llevó a cabo la descripción de los parámetros de posición y dispersión de las variables analizadas y el análisis de comparación de medias y varianzas en distintas condiciones de producción. Se obtuvo además la matriz de correlación entre las variables de producción y las ambientales del día (Xi), del día anterior (Xia) y de dos días previos al control lechero (Xiaa) y se ensayaron distintos modelos de regresión entre las mismas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dada el impacto de la alimentación sobre las variables estudiadas, se evaluaron las diferencias en el comportamiento de LITRO y KgPROT por vaca en función del rodeo al que pertenecía. En la Tabla I se presenta el resultado de la comparación de medias para cada rodeo.

Tabla 1: Resultado del Test de comparación de medias entre rodeos para la producción de leche y contenido de proteína

		Nro.	Med	Desv	Dif
Litros por vaca	R 1	523	24,1	5,7	3,9*
	R 2	81	20,2	3,9	
Kg Prot por vaca	R 1	523	,7	,2	,1*
	R 2	81	,6	,1	

*Diferencias significativas (P<0.005)

Se encontraron diferencias significativas en el comportamiento entre rodeos. La producción de proteína de las vacas del R2 fue significativamente menor que las del R1 (que recibe un manejo preferencial de la alimentación).

Dado el comportamiento singular de la producción ante los eventos de precipitaciones de gran magnitud con anegamiento del suelo (Goldberg y otros, 2009), y la diferencias observadas entre los rodeos, se analizó la matriz de correlación para 3 situaciones: a) con la base de datos acotada por tiempo de lactancia para todos los días de observación, b) separando por rodeos y c) excluyendo días con condiciones de anegamiento.

En todos los casos se observaron correlaciones negativas entre las variables de producción y las ambientales. Se destacan las correlaciones encontradas con los valores de temperatura mínima del día y de los días previos (coeficientes de correlación entre -0.39 y -0.43) indicadores de la imposibilidad de recuperación nocturna de las vacas sometidas a estrés y las correlaciones con los valores de T_{max} e ITH de los días previos ($r=-0.4$), medida de la persistencia de las condiciones de estrés.

En función de esto, se ensayaron modelos de regresión lineal que permitan cuantificar el impacto de las variables ambientales sobre la producción.

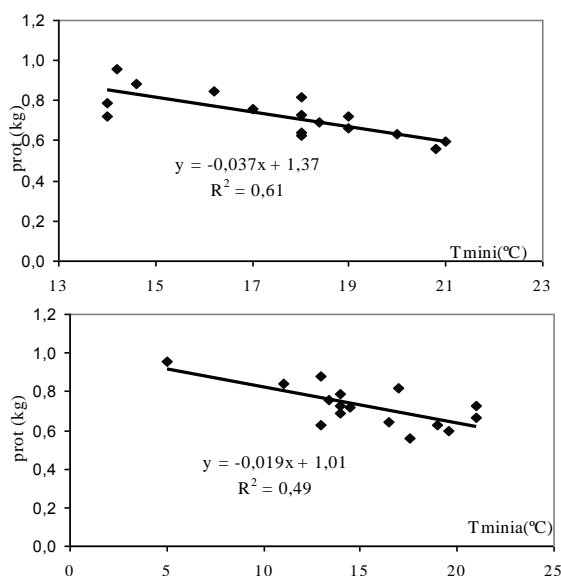


Figura 1: Modelo de regresión entre la: cantidad media diaria de proteína y la T mínima del día (a) y del día anterior (b) al control lechero

Se encontraron dos modelos con parámetros significativos para la producción media de las vacas organizadas dentro del RODEO 1 en función de las temperaturas mínimas del día (Modelo I, $r^2=0.61$) y del día anterior (Modelo II, $r^2=0.49$), cuando se excluyen los días con precipitaciones altas (Tabla II y Figuras 1 a y b respectivamente).

Tabla 2: Coeficientes de la función de correlación para los Modelos I y II

Mod		Coef	Err tip	Sign
I	Const	1,38	1,4	0,000
	Tmin i	0,037	0,008	0,000
II	Const	1,01	0,082	0,000
	Tmin ia	0,019	0,005	0,003

CONCLUSIONES

Es posible cuantificar el influencia de las condiciones de estrés calórico que afecta al ganado vacuno sobre la producción de proteína en leche. La magnitud del impacto depende de las estrategias de manejo, particularmente las relacionadas con la alimentación. La correlación negativa entre los niveles de producción y las condiciones que generan estrés calórico se reflejan en las vacas organizadas dentro del rodeo 1. En el caso del rodeo 2, si bien la producción es mucho menor, éste no sufre alteraciones cuando las condiciones ambientales son adversas.

Los modelos que mejor representan este fenómeno se basan en la temperatura mínima. Los niveles de producción muestran una disminución para valores altos de temperatura mínimas del día y de los días anteriores, que representan las condiciones nocturnas adversas para la recuperación de las vacas y una medida de la persistencia a través del tiempo.

La producción en el tambo se ve afectada también por suelos anegados que condicionan el desplazamiento de animales y la disponibilidad de pasturas.

REFERENCIAS

- Goldberg, S. Cirera, I. Filippini, S. Denegri, J. Jara, S. (2009) Respuesta de la producción y composición de la leche a las condiciones de estrés calórico: Un análisis exploratorio a nivel individuo. Actas Congreso Latinoameri. de Meteorología. Bs As, octubre de 2009.
- Leva P.E., García M.S., Velez M.A., Valtorta S.E. (2000). Ganado lechero en la cuenca central de Santa Fe-Córdoba: Efecto del estrés estival e impacto esperado del cambio global. Revista FAVE 14(1):39-48.
- Martinez Marin A. (2006). Efectos climáticos sobre la producción del ganado vacuno lechero. Revista electrónica veterinaria REDVET, vol VII n° 10 octubre 2006.
- Mujica Arraigo, I. (2005). El estrés calórico, efecto en las vacas lecheras, Navarra agraria n° 150, 2005 (33-44)
- National Research Council (1971) A guide to environmental research on animals. Natl. Acad. Sci., Washington DC, USA
- SPSS (2005) Statistical Package for the Social Sciences Versión 14

COMPORTAMIENTO DE MAÍCES STAY GREEN Y SENESCENTES FRENTE A ESTRESSES ABIÓTICOS (AGUA Y NUTRIENTE)

Golik, S.I.¹; Pardi, H.M.¹; Acciaresi, H.A.^{1,2}

¹Cerealicultura, Dpto de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. CC 31, 1900. La Plata, Argentina.

²CIC Pcia. Bs. As.

E-mail: silvinagolik@yahoo.com.ar

Palabras clave: biomasa, rendimiento, estrés

INTRODUCCIÓN

En Argentina se cultivan aproximadamente $3.3 \cdot 10^6$ has de maíz con una producción de $20.5 \cdot 10^6$ Tn por año, (SAGPyA, 2010). Nuestra región maicera ha experimentado constantes y permanentes cambios, principalmente en las tres últimas décadas, donde se han producido con celeridad modificaciones relevantes en aspectos tecnológicos, sociales, económicos y culturales (Vitta *et al.*, 1999). A partir de 1970 se inició un proceso de agriculturización en coincidencia con la expansión del cultivo de soja que permitía combinarlo con trigo de tal forma de obtener dos cosechas en un año. Esta modalidad de producción, intensificó los procesos de degradación de los suelos con un progresivo deterioro de la capacidad productiva, pérdida de fertilidad, incremento de los riesgos de sequía, mayores costos de producción y descenso de los rendimientos en tierras degradadas (Casas, 2002). El cultivo de maíz en la rotación, es un componente que, integrado a otros, tiene una contribución sustancial al funcionamiento y mantenimiento de la calidad de los recursos y potencial productivo de los suelos. Sin embargo, su papel en el mantenimiento de las funciones del sistema pasa a veces inadvertido (Satorre, 2004). Más recientemente, nuestra región viene sufriendo secuelas del cambio climático que se experimenta a nivel global. Así surge del "Informe Mundial sobre Desarrollo Humano 2007-2008: La lucha contra el cambio climático", del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que alertó que "el calentamiento global ya es un hecho. Altas temperaturas y sequías en la Pampa Húmeda, disminución de las precipitaciones en la zona cordillerana desde Cuyo a Tierra del Fuego, y la modificación de ecosistemas en el Litoral y Chaco son las amenazas que enfrenta la Argentina si la comunidad internacional "no modifica el proceso de cambio climático en los próximos diez años". El reciente desarrollo de híbridos *stay-green* de maíz (de senescencia demorada) permite contar con una alternativa productiva de elevado potencial de rendimiento con una alta eficiencia de uso de los recursos edáficos (agua y nutrientes) en un ambiente caracterizado por frecuentes períodos de deficiencias hídricas como lo es la zona de producción del cultivo de maíz.

El objetivo de este estudio fue cuantificar la productividad de híbridos modernos de maíz con senescencia demorada (*stay green*) y senescencia normal bajo diferentes situaciones de disponibilidad hídrica y nutricional durante el período de llenado de granos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos estudios en condiciones de campo durante las estaciones de crecimiento 2007-2008 y 2008-2009, en la estación experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, (UNLP) (La Plata, Argentina, 35°S, 58°W). Se utilizaron dos híbridos simples de maíz, a una densidad de 8 pl.m⁻², en cada campaña: DK 682 (senescencia normal, no SG) y AX 892 (*stay green*, SG). En el primer ensayo se compararon 2 cultivares (uno SG y otro senescente) con y sin riego. En el segundo año se compararon los mismos cultivares, con riego y con y sin el agregado de N. La biomasa aérea (BA) se determinó a partir de 4 plantas por cada unidad experimental, en R₂ y R₆. Las plantas fueron cortadas a ras del suelo. El material se secó en estufa a 60°C hasta peso constante, determinándose la biomasa aérea (g m⁻²). El rendimiento se determinó en madurez fisiológica (R₆) por medio de una cosecha a mano de todas las espigas de dos hileras de 7,15 m de longitud (10 m²), las mismas fueron trilladas y los granos secados en estufa a 60°C hasta peso constante determinándose el peso de granos por unidad de superficie (g m⁻²). Los resultados fueron procesados mediante ANOVA para un diseño de bloques al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cabe destacar el marcado estrés hídrico durante los meses de diciembre y enero en ambos ensayos respecto a la media histórica para ambos meses (Figura 1). Esta situación alerta sobre los cambios climáticos que se vienen produciendo tal cual se estableció en el Informe Mundial sobre Desarrollo Humano 2007-2008 y la necesidad de implementar riego como una práctica usual para el caso del maíz (especialmente durante el período crítico del cultivo) y/o la utilización de cultivares que se adapten con mayor eficiencia a dicha situación climática.

Los híbridos SG, produjeron mayor biomasa aérea y rendimiento tanto con y sin riego (Tablas

ly 2), como con y sin el agregado de N respecto al híbrido senescente (Tablas 3 y 4).

Un aspecto que debe destacarse es que en los sistemas de producción agrícola, frecuentemente es posible encontrar efectos concurrentes de más de un estrés abiótico. Así, a la baja fertilidad del suelo sometido a repetidos ciclos agrícolas puede sumarse durante el ciclo del cultivo la ocurrencia de períodos con déficit hídrico, situación que incrementa la competencia intraespecífica (Bänziger *et al.*, 1997). Diferentes estudios demuestran que la selección por tolerancia al estrés hídrico ha producido híbridos con mayor tolerancia a la baja disponibilidad de N del suelo, i.e., tolerancia cruzada a distintos tipos de estrés (Bänziger *et al.*, 1999; Zaidi *et al.*, 2002). Estos nuevos híbridos con mayor tolerancia a factores de estrés ambiental se caracterizan por presentar una mayor acumulación de biomasa aérea total y una mayor acumulación de N a madurez del cultivo, siendo mayor esta acumulación absoluta a medida que disminuye la disponibilidad de N y agua (Bänziger *et al.*, 1999).

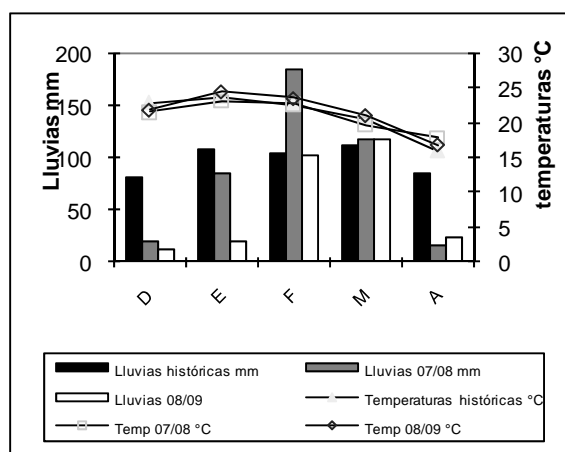


Figura 1: datos climáticos

Tabla 1: cuadrados medios de la BA en R₂, R₆, rendimiento e índice de cosecha para dos cultivares y dos tratamientos de riego en la campaña 2007/08.

	BA R ₂	BA R ₆	Rend	IC
Cultiv (A)	324338*	1,97**	788767**	0,0007ns
Riego (B)	314371*	1,23*	324990*	0,0020ns
(A) x (B)	46569ns	71458ns	6459ns	0,0011ns

*significativo P=0,05**Significativo P=0,01

Tabla 2: valores medios de biomasa aérea y rendimiento (g m⁻²) e índice de cosecha (IC) para dos cultivares, con riego (CR) y sin riego (SR) en la campaña 2007/08.

	BA R ₂	BA R ₆	Rend	IC
Cultivar (A)				
DK 682	1697	2228	1080	0,48
AX 892	1904	2880	1384	0,48
Riego (B)				
CR	1896	2824	1336	0,47
SR	1672	2352	1136	0,48

Tabla 3: cuadrados medios de la BA en R₂, R₆, rendimiento e índice de cosecha para dos cultivares y dos tratamientos de fertilización en la campaña 2008/09.

	BA R ₂	BA R ₆	Rend	IC
Cult (A)	251431*	3,91**	36331*	0,026**
Fertil(B)	690720**	3,15**	698901**	0,0002ns
(A) x(B)	20090ns	682396ns	124522ns	0,000ns

*significativo P=0,05**Significativo P=0,01

Tabla 4: valores medios de biomasa aérea y rendimiento (g m⁻²) e índice de cosecha (IC) para dos cultivares, sin el agregado de N (N0) y con el agregado de N (N200) en la campaña 2008/09.

	BA R ₂	BA R ₆	Rend	IC
Cultivar (A)				
DK 682	1106	1947	1076	0,51
AX 892	1396	3089	1424	0,48
Fertiliza (B)				
N0	1011	2006	1008	0,54
N200	1491	3031	1491	0,53

El comportamiento de los híbridos stay green aquí estudiados concuerda con lo anterior, destacando la importancia que dichos híbridos podrían alcanzar en los sistemas productivos de maíz de secano.

CONCLUSIONES

La utilización de híbridos de maíz con senescencia demorada favorecería la obtención de sistemas productivos extensivos con un uso racional del agua y N edáficos.

REFERENCIAS

- Bänziger, M., G.O. Edmeades & H.R. Lafitte. 1999. Selection for maize tolerance increases maize yield across a range of nitrogen levels. *Crop Sci.* 39: 1035-1040.
- Casas RR. 2002. La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Academia nacional de Agronomía y Veterinaria. Tomo LV; Buenos Aires.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-2008/>
- Satorre, E.H. 2004. Capítulo 1: Marco conceptual de la sustentabilidad: El Suelo y la Aplicación Ode Pronósticos Climáticos en la Región Pampeana. En: Seminario Sustentabilidad de la Producción Agrícola. JICA- INTA. 2-6.
- Vitta, J; J. Fernández, M. Guillen, M. Romano, E. Spiaggi & S. Montico. 2001. La visión del desarrollo sustentable en el agro de nuestra región: bases para la discusión. *Revista Ambiental UNR.* 4: 24-47.
- Zaidi, P.H., G. Srinivasan, H.S. Cordova & C. Sanchez. 2002. Gains from improvement for mid-season drought tolerance in tropicalmaize (*Zea mays* L.). *Field Crops Res.* 89: 135-152.

AJUSTE DE DATOS ENTRE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA Y LA MANUAL (TERMOHIGRÓGRAFO Y PLUVIÓMETRO)

Gutheim, F.; Arricar, Y.

Chacra Experimental Miramar, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. Casilla de Correo 35, 7607 Miramar.

E-mail: chemiramar@chacramiramar.com.ar

Palabras clave: Comparación, estación meteorológica, automática, manual

INTRODUCCIÓN

La Chacra Experimental Miramar, ubicada en el sudeste de la provincia de Buenos Aires y cercana al mar, conserva el registro de variables meteorológicas desde 1971 (temperaturas máxima y mínima y humedad relativa) con termohigrógrafos. Desde antes de esa fecha se mantienen datos de pluviometría. Recientemente se ha incorporado una estación meteorológica automática.

Los ensayos que se realizan en la experimental, así como las consultas de profesionales y productores, requieren la comparación de cada campaña con la base de datos histórica. La utilización de estaciones automáticas han generado ciertas dudas sobre los niveles de precisión de la información por ambos métodos (Gu y Wang 2003; Hu 2004; Ren et al. 2007). Asimismo, si hubiera diferencias significativas entre el registro automático y el manual, no se podría utilizar la base de datos histórica como referencia climática (asumiendo la exactitud de los sensores automáticos) para la estación automática. La facilidad de obtención de los datos de la estación meteorológica automática, genera una tendencia a utilizar únicamente ese método de registro.

El objetivo de este trabajo ha sido establecer la concordancia entre los dos métodos de registro de las cuatro variables meteorológicas mencionadas

MATERIALES Y MÉTODOS

Los registros de temperatura y humedad de la Chacra Experimental Miramar (38°09'24''S 57°59'40''W, 55 msnm) se toman de fajas de termohigrógrafo (máximas y mínimas diarias). El termohigrógrafo se encuentra en casilla meteorológica a 2 m de altura del suelo y no hay registros de su calibración. La pluviometría es registrada en un pluviómetro (1,5 m de altura del suelo) a la hora 8:00, el menor valor de lectura es 0,5 mm. En el año 2004 se instaló una estación meteorológica automática Weatherlink. Los datos se han registrado en base de 15 o 30 minutos. El pluviómetro automático puede registrar desde 0,2 mm (cuchara). Semanalmente se realizó la limpieza del pluviómetro, en septiembre 2008 se realizaron los servicios anuales de mantenimiento por la empresa proveedora. Con esta base de datos se han tomado los valores máximos y mínimos diarios para

temperatura. La pluviometría ha sido la acumulada cada día (hora 0 a 24). El error debido a la diferencia en la hora de registro de lluvias fue despreciado, ya que se realizó acumulación mensual. Para este trabajo se utilizaron las variables acumuladas (pluviometría), promediadas (temperatura máxima, mínima y humedad relativa) o extremas (temperaturas máxima y mínima) en base mensual. Se realizaron y graficaron las relaciones entre los registros manuales (eje x) y automáticos (eje y). Se establecieron los coeficientes de regresión entre ambas series de datos. Se evaluaron las pendientes de los ajustes lineales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los datos acumulados mensuales se destaca que a mayor pluviometría mensual, mayor error (Figura 1). La pendiente de la recta de ajuste es 0,78 y la ordenada al origen 4,9. Estos mayores errores se explican por la acumulación de los errores de cada medición individual ya que las precipitaciones registradas en forma manual han sido superiores a las medidas con la estación meteorológica automática.

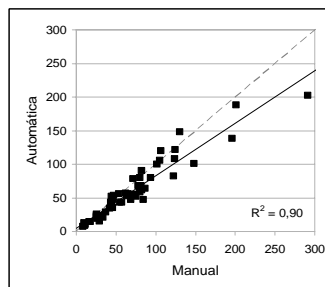


Figura 1: Pluviometría mensual total (mm) registrada en la Chacra Experimental Miramar – MAA entre junio 2005 y diciembre 2008. En el eje x se muestran los datos registrados en la estación manual y en el eje vertical en la estación automática. La línea entera representa la recta de ajuste entre ambos datos. La línea partida es la relación 1:1

El promedio de la primera es de 9,6 mm por evento contra 4,9 en la automática. Esta diferencia en los promedios es debida también a la medición de valores muy bajos de pluviometría realizados con la automática (hubo 237 mediciones diarias menores a 0,5 mm) y no detectados con el pluviómetro estándar (404 vs. 670 eventos). Si se descartan los datos menores al umbral de lectura del pluviómetro (0,5 mm), el promedio de la automática asciende a 7,7 mm

Con respecto a las temperaturas, los ajustes fueron mayormente buenos (Figura 2 y Figura 3). Hay cuatro datos en cada variable que manifiestan

una diferencia significativa entre los dos métodos de registro. Estos corresponden al período mayo a agosto del 2005. Si se descartan estos datos los ajustes de las cuatro variables (R^2) superan 0,97. En general, para las variables de temperatura se observa que las pendientes de las rectas quedan cercanas a 1 (oscilan entre 0,92 y 0,94 en los cuatro ajustes, sin los datos mayo a agosto 2005). Las ordenadas oscilan entre 1,72 y 2,20 para las temperaturas máximas y entre 0,89 y 1,16 para las mínimas. Esto indica que ambos métodos de registro no presentan diferencias significativas entre sí. En las temperaturas muy bajas los valores registrados por la estación automática tienden a ser mayores a los de la manual.

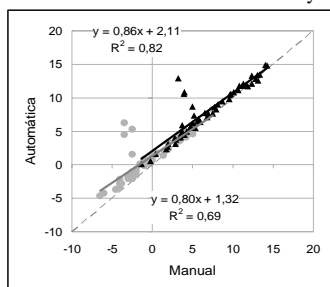


Figura 2: Temperaturas del aire (°C) mínima absoluta (símbolos grises) y mínima media (símbolos negros) mensuales registradas en la Chacra Experimental Miramar – MAA entre junio 2005 y diciembre 2008. En el eje x se muestran los datos registrados en la estación manual y en el eje vertical en la estación automática. La línea partida es la relación 1:1.

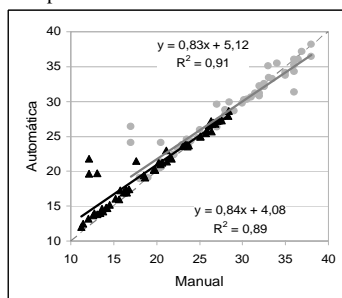


Figura 3: Temperaturas del aire (°C) máxima absoluta (símbolos grises) y máxima media (símbolos negros) mensuales registradas en la Chacra Experimental Miramar – MAA entre junio 2005 y diciembre 2008. En el eje x se muestran los datos registrados en la estación manual y en el eje vertical en la estación automática. La línea partida es la relación 1:1.

La humedad relativa del aire generalmente es mayor con la estación automática que con el termohigrógrafo (Figura 4). Excepto en el año 2007 en que se destacan errores con la estación automática (valores demasiado bajos), ya que la relación mensual esperada (inviernos con mayor humedad que los veranos) no se cumple. Si se consideran los datos del período junio 2004 a julio 2007 (período en el cual no hay datos fuera de lo esperado), la ecuación de ajuste es $y=0,74x+24,22$ y el $R^2 = 0,85$. De aquí que la relación no sea tan buena como en el caso de las

temperaturas.

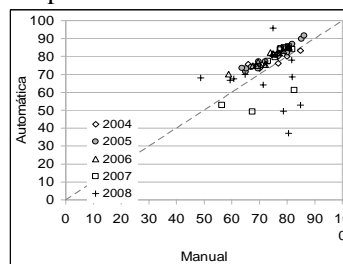


Figura 4: Humedad relativa (%) promedio mensual registrada en la Chacra Experimental Miramar – MAA entre junio 2005 y diciembre 2008. En el eje x se muestran los datos registrados en la estación manual y en el eje vertical en la estación automática. La línea partida es la relación 1:1.

CONCLUSIONES

La pluviometría es subestimada por la estación automática en relación con la lectura manual. Los errores se acumulan cuando las mediciones son con base mensual. Sin embargo, ha detectado un gran número de pequeños eventos ($<0,5$ mm). Esto implica que la cantidad de días con lluvia es diferente según el método. Los datos de temperatura máxima y mínima mensuales han tenido un buen ajuste entre el registro de la estación automática y el termohigrógrafo. Lo mismo para las temperaturas máxima y mínima absolutas mensuales. La estación automática tiende a sobreestimar los valores muy bajos. La humedad relativa del aire ha presentado mayores diferencias entre los dos métodos de registro. En 2007 y 2008 hay varios datos que no corresponden a lo esperado según la época del año.

No hay registro de los momentos de calibración de los sensores, excepto el servicio general realizado el último año, por lo que no se puede concluir sobre la corrección posible que haya ocurrido en las mediciones. Únicamente los datos de temperatura del aire podrían ser utilizados de la estación meteorológica automática, y comparados con los registros históricos de la experimental. Finalmente, este tipo de comparaciones, realizadas con frecuencia mensual o mayor aún, permitiría detectar errores en alguno de los sistemas de registro para proceder al servicio necesario.

REFERENCIAS

- Gu Pinqiang, Wang Meihua, 2003. Comparison of Temperature and Relative Humidity between Automatic Weather Station Type 2 and Conventional Observation Station. *Meteorological Monthly* (1) 35-38
- Hu Yufeng, 2004. Differences Between Data of Automatic and Manual Observation. *Journal of Applied Meteorological Science* 15(6) 719-726
- Ren Zhihua, Feng Mingnong Zhang Hongzheng Ju Xiaohui Wang Ying. 2007. The Differences and Relativity Between Rainfall by Automatic Recording and Manual Observation. *Journal of Applied Meteorological Science* 18(3) 358-364

EFICIÊNCIA DO USO DA RADIAÇÃO SOLAR NA PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO TIPO CEREJA CULTIVADO SOB DIFERENTES COBERTURAS PLÁSTICAS

Holcman, E.¹; Sentelhas, P.C.²; Mello, S. da C.³

¹ Dotoranda do Programa de Física do Ambiente Agrícola, da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'

² Prof. Dr. do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'

³ Prof. Dr. do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'

E-mail: eholcman@esalq.usp.br

Palavras-chave: radiação solar, tomateiro, plasticultura.

INTRODUÇÃO

O ambiente protegido promove aumento na produtividade e incremento na qualidade dos frutos. Segundo Cermeño (1990), o ambiente protegido chega a proporcionar produtividades duas a três vezes superiores àquelas obtidas no campo. Isso porque a radiação difusa, por ser multi-direcional, tem maior penetração na vegetação, sendo mais eficiente do que a radiação direta para atingir diferentes extratos do dossel da cultura, promovendo maior aproveitamento da radiação solar pela planta sob o plástico. Atualmente, novos materiais vêm sendo desenvolvidos com o intuito de promover uma maior dispersão da radiação solar na porção desta transmitida ao interior do ambiente. Portanto, a escolha do material de cobertura do ambiente protegido é uma etapa fundamental, pois pode modificar o clima local. O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de diferentes tipos de cobertura de ambientes protegidos (filme plástico difusor - que difunde 55% da radiação solar e filme plástico anti-UV associado à malha termo-refletora) nos seus microclimas e o efeito destes no crescimento e produtividade do tomateiro tipo cereja.

MATERIAIS E MÉTODOS

O ambiente protegido de 50 m, instalado em Piracicaba, SP, foi dividido em dois ambientes distintos: Ambiente I - coberto com filme plástico anti-UV e com uma malha termo-refletora e Ambiente II - coberto com filme plástico difusor. Nesses ambientes foram cultivadas, em duas épocas distintas, duas cultivares de tomate tipo cereja (*Sweet Grape e Sweet Million*), submetidas a diferentes soluções nutritivas (relação K:N 2:1 e 3:1) na fertirrigação. O transplante das mudas de tomateiro foi realizado em 19/08/08 no 1º ciclo e 28/03/09 no 2º ciclo. As plantas foram conduzidas com duas hastes e 10 inflorescências em cada haste. As condições microclimáticas no interior dos dois ambientes protegidos foram monitoradas por meio de sensores eletrônicos instalados na posição central de cada um dos ambientes, conectados a um sistema automático de aquisição de dados modelo CR23X (Campbell Sci.). Os frutos colhidos foram pesados para a determinação da produtividade do tomateiro, considerando-se

como unidade de medida uma planta, o que resultou nas produtividades em kg planta⁻¹. A eficiência do uso da radiação solar (EC) foi calculada de acordo com Cockshull et al. (1992), considerando-se a razão entre o peso de matéria fresca de fruto (g) por megajoule (MJ) de radiação solar incidente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios de radiação solar global (Qg) dos ambientes estudados e suas respectivas transmitâncias em relação à Qg observada externamente.

Tabela 1 - Radiação solar global (Qg, MJ m⁻² d⁻¹) observada no interior dos dois ambientes estudados e transmitâncias das coberturas em relação aos valores observados externamente, sendo: Amb I = plástico anti-UV associado à tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

Ciclo	Qg (MJ m ⁻² d ⁻¹)			Transmitâncias (%)	
	Amb I	Amb II	Amb ext	Amb I	Amb II
1º	6,6	10,7	17	39,1	62,6
2º	4,3	6,0	13,7	31,7	43,8

Observa-se que o valor de radiação solar no Ambiente II (plástico difusor) foi superior àquela observada no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora). Isso ocorreu devido ao plástico anti-UV estar associado à tela de sombreamento, provocando significativa redução da entrada de radiação solar no Ambiente I. Em relação ao ambiente externo, os dois ambientes protegidos sofreram atenuação da radiação solar, em função de sua reflexão e absorção pela cobertura plástica. O plástico difusor (Ambiente II) apresentou os maiores valores de transmitância. Vasquez (2005), estudando o microclima de um ambiente protegido coberto com polietileno transparente de alta densidade (150 µm), obteve valores médios diários de radiação solar global bem superiores aos encontrados no presente experimento, da ordem de 14,3 MJ m⁻² d⁻¹ e 19, MJ m⁻² d⁻¹, respectivamente para o interior e exterior do ambiente, com uma transmitância média da cobertura da ordem de 73%. Guiselini (2002) encontrou transmitâncias da ordem de 21% e 24% para o plástico branco leitoso, de 10% a 11% para o plástico leitoso associado à tela termo-refletora e de 7 a 8 % para o plástico leitoso associado à tela preta. A Tabela 2 revela a produtividade média do tomateiro nos diferentes tratamentos, em cada um dos ciclos avaliados.

Tabela 2 - Produtividade média (kg planta⁻¹) dos cv *Sweet Grape* e cv *Sweet Million* nos dois ciclos de cultivo do tomateiro cereja, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletores; Ambiente II = plástico difusor; sol. 2:1 = solução nutritiva com relação K:N de 2:1 e sol. 3:1 = solução nutritiva com relação K:N de 3:1

	Amb I		Amb II	
1º ciclo	<i>S. Grape</i>	<i>S. Million</i>	<i>S. Grape</i>	<i>S. Million</i>
Sol. 2:1	2,95	3,55	4,79	5,06
Sol. 3:1	3,27	3,80	4,70	5,90
2º ciclo	<i>S. Grape</i>	<i>S. Million</i>	<i>S. Grape</i>	<i>S. Million</i>
Sol. 2:1	2,84	3,20	4,22	4,40
Sol. 3:1	2,95	3,25	4,13	4,56

No 1º ciclo, o Ambiente II propiciou uma produtividade bem superior comparado ao Ambiente I. Ao longo do 2º ciclo, a produtividade foi inferior em relação ao 1º ciclo, por corresponder à época do ano em que há menor disponibilidade de radiação solar. No entanto, a variação foi semelhante à obtida para o 1º ciclo, com maiores produtividades no Ambiente II. As diferentes soluções nutritivas adotadas (relação K:N de 2:1 e 3:1) não influenciaram significativamente na produtividade dos cultivares. Na Tabela 3 são apresentados os valores de eficiência do uso da radiação solar para o tomateiro cereja. Percebe-se que, no 1º ciclo, apesar das plantas cultivadas sob o Ambiente II terem obtido as maiores médias de produtividade, as maiores médias de eficiência do uso da radiação foram obtidas no Ambiente I. A menor disponibilidade de radiação solar no interior do Ambiente I fez com que o tomateiro fosse mais eficiente na conversão dessa energia em frutos produzidos. No 2º ciclo (inverno), a eficiência média foi superior no tomateiro do Ambiente II. Por se tratar de uma época do ano com menor disponibilidade de radiação solar, o Ambiente II por possuir maior transmissividade aos raios solares se apresentou mais vantajoso.

Tabela 3 – Eficiência média do uso da radiação solar (g de massa fresca MJ⁻¹) ao longo do 1º e 2º ciclo do tomateiro cereja, para cada um dos tratamentos adotados (cultivar e solução nutritiva): Grape 2:1, Grape 3:1, Million 2:1 e Million 3:1

	Amb I		Amb II	
1º ciclo	<i>S. Grape</i>	<i>S. Million</i>	<i>S. Grape</i>	<i>S. Million</i>
Sol. 2:1	4,15	4,99	4,16	4,40
Sol. 3:1	4,61	5,36	4,08	5,12
2º ciclo	<i>S. Grape</i>	<i>S. Million</i>	<i>S. Grape</i>	<i>S. Million</i>
Sol. 2:1	4,81	5,42	5,12	5,34
Sol. 3:1	4,99	5,50	5,01	5,53

Streck et al. (1996), estudando a var. Monte Carlo, cultivada em estufa de plástico no período

inverno-primavera, em Santa Maria (RS), encontraram eficiência da ordem de 3,02 g MJ⁻¹. Em Ilha Solteira (SP), para tomate híbrido AF 7631 cultivado no inverno, Seleguini (2007) obteve eficiência próxima de 3,34 g MJ⁻¹. Para Bogiani et al. (2008), a eficiência média foi de 4,54 g MJ⁻¹ para o híbrido Duradoro (EMBRAPA). Todos esses valores são, geralmente, inferiores aos obtidos no presente trabalho, mostrando que o tomateiro cereja apresenta uma maior eficiência de conversão de energia solar em frutos.

CONCLUSÕES

Conclui-se que é fundamental a avaliação quantitativa da radiação solar no interior de ambientes protegidos pois, apesar de resultar em boa produtividade, elevadas densidades de fluxo de radiação solar podem não ser tão eficientes quanto à conversão desta energia em matéria fresca produzida. Neste contexto, a escolha do material plástico é fundamental e a associação com malhas de sombreamento deve ser estudada de forma particular em função do clima e da época do ano na qual será cultivado o tomateiro.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão da bolsa de mestrado e financiamento do projeto (Proc. 08/58624-1).

REFERÊNCIAS

- Bogiani *et al.* Poda apical, densidade de plantas e cobertura plástica do solo na produtividade do tomateiro em cultivo protegido. *Bragantia*, vol.67, no.1, Campinas. 2008
- Cermeño, Z. S. Estufas: instalação e manejo. Lisboa: Litéxa, 1990. 355 p.
- Cockshull *et al.* The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, London, v. 67, p. 11-24, 1992.
- Guiselini, C. Microclima e produção de gébera em ambientes protegidos com diferentes tipos de cobertura. 2002. 53 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- Seleguini, A. Uso de paclobutrazol na produção de mudas, no crescimento, produção e qualidade de frutos de tomateiro em ambiente protegido. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira. 100 f. : il. 2007
- Streck *et al.* Efeito da densidade de plantas sobre a produtividade do tomateiro cultivado em estufa de plástico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.2, p.105-112, 1996.
- Vasquez *et al.* Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 137-143, 2005.

LA TEMPERATURA MÍNIMA DURANTE EL VERANO Y SU RELACIÓN CON LAS FASES DEL ENOS EN LA ARGENTINA

Hurtado, R.; Maio, S.; Faroni A.; Vich, H.

Facultad de Agronomía, UBA. Avda San Martín 4453 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Buenos Aires

E-mail: hurtado@agro.uba.ar

Palabras clave: ENOS, Índices, temperatura mínima medias, verano.

INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad agrícola y humana está estrechamente ligada a la variabilidad climática una de cuyas principales fuentes es el fenómeno cuasiperiódico de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) (Oram, 1989). Este fenómeno ocurre en el pacífico ecuatorial y afecta a nivel mundial (Ropelewsky y Halper; 1987, 1996). Existen numerosos índices que definen la ocurrencia del evento, relacionados con la componente atmosférica del fenómeno, la oceánica y con la combinación de ambas. Sin embargo, se observa que varios de ellos no concuerdan en señalar el mismo suceso al mismo tiempo.

Las condiciones pluviométricas y térmicas medias como extremas, afectan muchas de las actividades productivas y humanas, y se ven influenciadas con las fases del ENOS. Algunos investigadores concluyeron que en el sur de América del Sur la señal del evento El Niño produce incrementos en las temperaturas mínimas del invierno y aumentos en las precipitaciones desde noviembre a febrero. En contra posición en los eventos La Niña ocurre el fenómeno contrario (Kiladis y Díaz, 1989).

El objetivo de este trabajo es poner de manifiesto el aumento y/o disminución de la temperatura mínima media de verano para eventos Niño y Niña en forma porcentual para seis índices comúnmente utilizados en la identificación de estos eventos extremos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de temperaturas mínimas medias mensuales (Tmm) corresponden a 91 estaciones suministradas por el Servicio Meteorológico Nacional del período 1950-2009.

Los Indicadores de Variabilidad Climática relacionados con el ENOS corresponden a:

- Tres índices que están únicamente relacionados con la temperatura de la superficie del mar (SST 1+2, SST 3.4 y ONI)
- Un índice relacionado con la componente atmosférica (SOI: anomalía estandarizada de la diferencia de presión media mensual entre Tahití y Darwin)
- Un índice bivariado (BEST) que combina la SST 3.4 y el SOI

- Un índice multivariado (MEI) que combina 6 variables tanto atmosféricas como oceánicas.

Todos los índices fueron obtenidos de la página web de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) que los presenta como variables estandarizadas para el mismo período que las temperaturas en estudio.

Para cada mes de la serie se determinó el tipo de evento (EN: El Niño, LN: La Niña, N: Neutro) que corresponde de acuerdo con el criterio establecido por la NOAA, que por tratarse de datos de anomalías estandarizadas establece como límite los valores de +0.5 y -0.5. De esta forma, valores superiores a +0.5 son considerados EN y valores inferiores a -0.5 corresponden a situaciones de LN. Esta categorización es válida para todos los índices estandarizados excepto el SOI, el cual, dadas sus características de cálculo, debe considerarse en forma inversa a lo dicho. Valores entre +/-0.5 corresponden a eventos N.

Posteriormente se calcularon las situaciones correspondientes a las 4 estaciones del año considerando el verano como la suma de los meses de diciembre, enero y febrero.

Para saber el porcentaje de aumento o disminución de la temperatura mínima media de acuerdo al evento se comparó ésta, respecto a todo el período.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de las temperaturas mínimas mensuales con los diferentes índices en eventos Niños, surge que existe un aumento en el centro y norte del país, en la zona sur patagónica y en la provincia de Tierra del Fuego mientras que en gran parte de la Patagonia se observa una disminución de las mismas. Todos los índices en general coinciden en esta observación excepto la SST 1+2, cuyo comportamiento difiere considerablemente de los demás. La ubicación de la isolínea de 0, que limita las regiones con aumento de las de disminución, varía según los índices como puede verse en las Figuras 2 y 3.

El índice BEST es el que presenta mayores porcentajes de incremento en el norte del país (4%, resultado no presentado por falta de espacio) mientras que para el MEI los menores en la región patagónica (-2%, Figura 3).

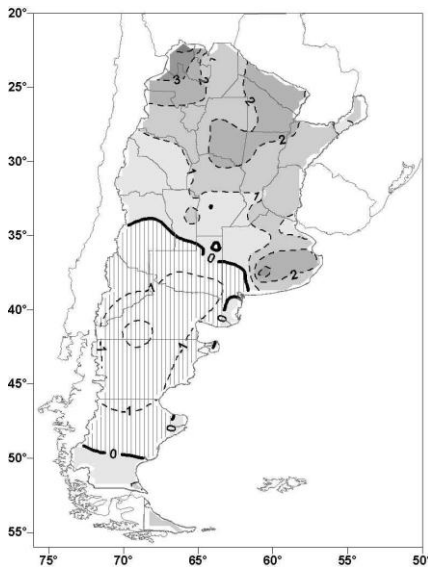


Figura 2. Incremento y decremento porcentual de la Tmm de verano en años Niños de acuerdo al ONI.

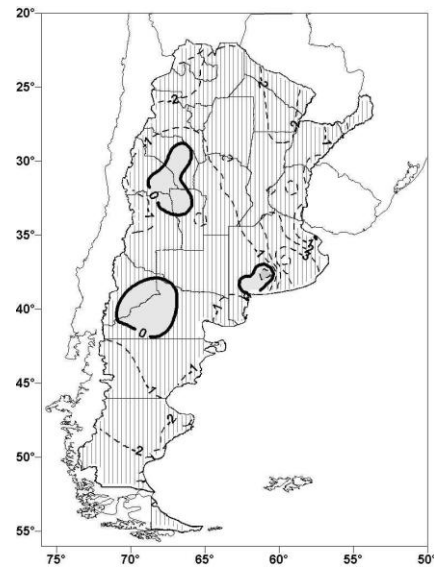


Figura 4. Incremento y decremento porcentual de la Tmm de verano en años Niños de acuerdo al MEI.

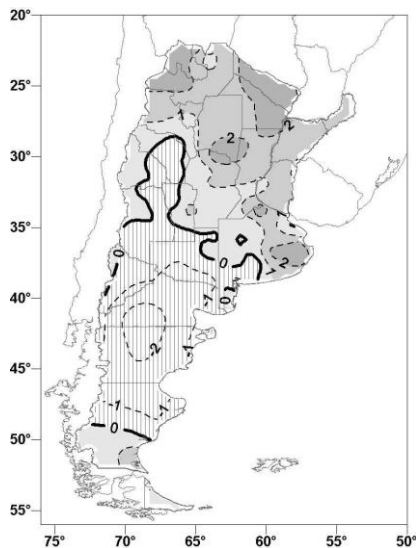


Figura 3. Incremento y decremento porcentual de la Tmm de verano en años Niños de acuerdo al MEI.

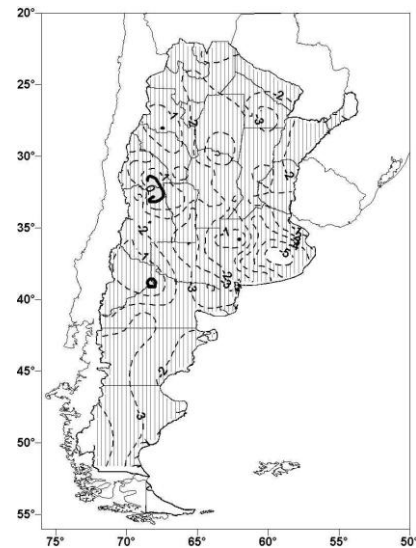


Figura 5. Incremento y decremento porcentual de la Tmm de verano en años Niños de acuerdo al BEST.

Respecto a los eventos Niños, se observa una disminución generalizada de la Tmm para todos los índices. En todos los casos, el mayor porcentaje de disminución se da entre el centro y el sudeste de la provincia de Buenos Aires con valores de -3 para el MEI y -5 para el BEST (Figuras 4 y 5).

CONCLUSIONES

Para los eventos Niños se observa claramente dos regiones definidas, una de aumento, ubicada al centro norte del país y otra en disminución en la Patagonia.

En los eventos Niños se da una disminución generalizada de la Tmm en casi todo el país.

Los porcentajes de incremento y decremento son menores a los encontrados para el invierno, trabajo que complementa a este estudio.

REFERENCIAS

- Kiladis, G.N. y Diaz, H.F. 1989. Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern oscillation. *J. Climate*. 2: 1069-1090.
- Oram, P.A. 1989. Sensitivity of agricultural production to climate change, an update. p. 25-44. *In Climate and Food Security*. IRRI, Manila, The Philippines.
- Ropelewsky, C.F. and Halpert, M. S. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/southern oscillation. *Mon Wea. Rev.* 115: 1606-1626
- Ropelewsky, C.F. and Halpert, M. S. 1996. Quantifying Southern Oscillation-Precipitation Relationships. *Journal of Climate*, 1043-1059
- NOAA. <http://www.noaa.gov/climate.htm>, Consultado el 05 de abril de 2010.

VARIABILIDAD PORCENTUAL DE LAS PRECIPITACIONES DE VERANO EN LA ARGENTINA ASOCIADA A LAS FASES DEL ENSO

Hurtado, R.¹; Serio, L.¹; Barnatán, I.^{1,2}; Zalazar, S.¹

¹Facultad de Agronomía, UBA. Avda San Martín 4453. Buenos Aires.

²Servicio Meteorológico Nacional. 25 de Mayo 658. Buenos Aires.

E-mail: hurtado@agro.uba.ar

Palabras clave: ENSO, precipitaciones, verano

INTRODUCCIÓN

El fenómeno ENSO (El Niño-Oscilación del Sur) es una de las principales causas de la variabilidad interanual y estacional de las precipitaciones. Sus fases extremas están asociadas a anomalías en las precipitaciones en muchas áreas del mundo. La probabilidad de ocurrencia de precipitaciones varía según el área que se considere. Ropeleswki and Halpert (1987), Kiladis and Diaz (1989), Grimm *et al.* (2000), entre otros, han señalado que en el sudeste de Sudamérica durante los eventos cálidos (El Niño) se producen incrementos de las precipitaciones acumuladas entre noviembre y febrero, mientras que en los eventos fríos (La Niña) las precipitaciones tienden a disminuir entre junio y diciembre. Este fenómeno impacta sobre los rendimientos de cultivos de granos en la Argentina (Podestá *et al.*, 1999; Hurtado *et al.*, 2005).

En consecuencia, la identificación y cuantificación de anomalías de precipitación durante las fases del ENSO simplificará el manejo y la toma de decisiones en la producción de las distintas regiones del país, mitigando la posible acción adversa que podrían provocar dichos eventos.

El objetivo de este trabajo es determinar el incremento o decrecimiento porcentual de la precipitación estacional de verano en la Argentina durante eventos El Niño y La Niña.

Dado que existen muchos índices utilizados para definir la ocurrencia de un evento, y que en determinadas ocasiones no concuerdan en señalar la misma fase, se analizarán seis índices diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de precipitaciones mensuales corresponden al período 1950-2009 de 133 estaciones pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, al INTA y a la Red Hidrológica Nacional (Figura 1).

Los índices de variabilidad climática utilizados para identificar las fases del ENSO se obtuvieron de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2010). Se usaron los valores estandarizados del mismo período que las precipitaciones. Estos índices son: SST1+2 (Sea Surface Temperature 1+2), SST3.4 (Sea Surface Temperature 3.4) y ONI (Oceanic Niño Index), que están relacionados con las anomalías de las

temperaturas de la superficie del mar; el SOI (Southern Oscillation Index), relacionado con la componente atmosférica; el BEST (Bivariate EnSo Timeseries), índice bivariado que combina la SST3.4 y el SOI y el MEI (Multivariate EnSo Index), que combina 6 variables, tanto atmosféricas como oceánicas.

Para cada mes de la serie se determinó la fase del ENSO (EN: El Niño, LN: La Niña, N: Neutro), de acuerdo con el criterio establecido por la NOAA, que por tratarse de anomalías estandarizadas establece que valores superiores a +0.5 corresponden a EN e inferiores a -0.5 corresponden a LN, mientras que los valores comprendido entre esos umbrales se consideran casos N. Esta categorización es válida para todos los índices estandarizados excepto el SOI, cuya relación de signos es inversa.



Figura 1. Ubicación de las localidades con datos pluviométricos.

Para conocer el porcentaje de aumento o disminución de la precipitación en el verano (diciembre, enero y febrero), se calculó la media considerando sólo los casos en que se presentó EN o LN y se la comparó con la media de todo el período.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los eventos EN se observa que para todos los índices hay un incremento de las precipitaciones en casi todo el país con excepción de la región pre y cordillerana del norte. También, y de acuerdo al índice, otra región con disminución ubicada al sur, pero sobre la cordillera, aproximadamente a la altura del paralelo 40.

Con respecto a los valores de incremento se dan en, la región mesopotámica, entre Corrientes y Entre Ríos, aproximadamente 30 % por encima del valor normal; y otra ubicada al sur de Mendoza y norte de Neuquén hasta un 50%. En contraposición, los valores de decrecimiento no van más allá del 10% (Figura 2 A y B).

Existe una similitud en el comportamiento de las isolíneas, entre los índices ONI y SST 3.4, los cuales utilizan, la misma región del océano para determinar el evento. Idéntico comportamiento muestran los índices BEST y MEI, estos combinan elementos oceánicos y atmosféricos. El único índice que difiere del resto es la SST 1+2.

En los eventos Niñas se observa el efecto contrario al descrito anteriormente, esto implica que la región antes con aumento pasa a tener decrecimiento de las mismas. La mayor disminución se observa, nuevamente en la región mesopotámica (más del 20%) y también en el extremo suroeste del país (provincia de Santa Cruz) con valores mayores al 40%. La región con aumento corresponde a la pre-cordillera y cordillera de casi todo el país, con aumento de hasta un 20% de acuerdo al índice. Para los índices BEST, ONI y SST 3.4 también se observa este incremento en la región patagónica alrededor del Golfo San Jorge menor al 10% (Figura 2 C y D)

Como en los eventos Niños el índice con diferente comportamiento, a los demás, es la SST1+2

CONCLUSIONES

Durante el verano, en los eventos Niños, hay un incremento de las precipitaciones que abarca la

mayor parte del país, con excepción en las regiones pre-cordillerana y cordillerana, cuyo aumento varía entre el 30% (región mesopotámica) y 50% (noroeste de Neuquén).

En los eventos La Niña ocurre el fenómeno inverso, donde la mayor parte del país pasa a tener precipitaciones menores a la normal.

La zonificación del comportamiento de las precipitaciones durante la fase cálida del ENSO nos muestra que es más homogénea la respuesta a los indicadores utilizados que en la fase fría.

REFERENCIAS

- Kiladis, G. and Diaz, H. 1989. Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern oscillation. *J. Climate*. 2: 1069-1090.
- Ropelewsky C. and Halpert, M. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/southern oscillation. *Mon. Wea. Rev.* 115: 1606-1626
- NOAA. <http://www.noaa.gov/climate.htm>, Consultado el 05 de abril de 2010.
- Grimm A., Barros V. and Doyle M. 2000. Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. *J. Climate*, **13**, 35–58.
- Podestá, G.; C. Messina; M. Grondona and Magrin G.. 1999. Associations between grain crop yields in central-eastern Argentina and El Niño-Southern Oscillation. *Journal of Applied Meteorology* **38** (1999). Pp: 1488–1498.
- Hurtado R; Serio L., Spescha L; Fernandez Long M. y Murphy G. 2005. Análisis de la sensibilidad de distintos índices del ENSO para aplicar a los rendimientos de maíz en la región pampeana. *Rev. Fac. Agr.* 25(1):53-60

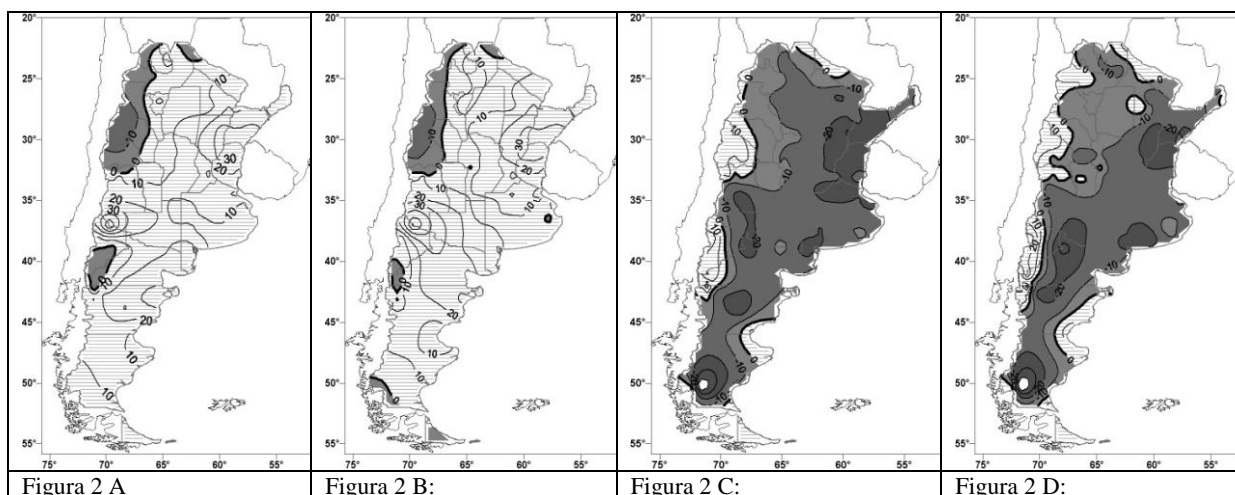


Figura 2: Incremento y decrecimiento porcentual de las precipitaciones de verano en años Niños de acuerdo al ONI (A), BEST (B), y en años Niña de acuerdo al ONI (C) y BEST (D).

INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL DE LAS PRECIPITACIONES SOBRE LA CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE (1955) DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN – TUCUMÁN - ARGENTINA

Lamelas, C.; Pitre, N.; Forciniti, J.; Soule Gómez, L.M.

*Sección Agrometeorología, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
CC N° 9 (4101) Las Talitas – Tucumán – Argentina.*

E-mail: agrometeorologia@eeaoc.org.ar

Palabras clave: condición hídrica, clasificación de Thornthwaite, salto climático, S. M. de Tucumán.

INTRODUCCIÓN

Entre las clasificaciones climáticas más utilizadas en la provincia de Tucumán, se hallan las de Köppen y Thornthwaite (Torres Bruchmann, 1976), siendo esta última la que se considera en este trabajo.

Las regiones climáticas delimitadas permanecen generalmente estables bajo fluctuaciones normales del clima, pues las categorías que las definen tienen márgenes amplios.

El aumento de las precipitaciones a partir de mediados de la década de 1950, identificado como salto climático por Minetti y Poblete (1989), fue tan importante que llevó al corrimiento de la frontera agrícola en la Provincia de Tucumán (Minetti y Sierra, 1984). Además produjo una modificación de la aptitud agroecológica para el cultivo de la soja (Lamelas *et al.* 1995).

Este trabajo tiene por objetivo evaluar la influencia de la variabilidad interanual de las precipitaciones en la clasificación climática de San Miguel de Tucumán.

MATERIAL Y MÉTODO

Se aplicó la metodología del balance hidrológico seriado (Pascale y Damario, 1977), que se fundamenta en la metodología de Thornthwaite y Mather (1955), a la serie pluviométrica 1900-2009 de San Miguel de Tucumán (26°48'S 65°12'O, 481 msnm). Para toda la serie se utilizaron idénticos valores medios mensuales de evapotranspiración potencial. Se calcularon el índice hídrico, el índice de aridez y el índice de humedad para cada año de la serie, con las modificaciones propuestas por Thornthwaite (1955), comunicadas por Torres Bruchmann (1978), Elías Castillo y Castellví Sentís (1996) y Pascale y Damario (2004); donde:

$$I_m = 100 (\text{Exc} - \text{Def}) / \text{ETP}$$

$$I_a = 100 \times \text{Def} / \text{ETP}$$

$$I_h = 100 \times \text{Exc} / \text{ETP}$$

Donde: I_m =Índice hídrico anual; I_a =Índice de aridez anual; I_h =índice de humedad anual; Exc =Exceso anual; Def =Deficiencia anual; ETP =Evapotranspiración media anual determinada por el método de Thornthwaite.

La determinación de la categoría o región hídrica correspondiente a cada año se realizó conforme al criterio expresado en la tabla 1.

Tabla 1: Regiones hídricas correspondientes a la clasificación climática de Thornthwaite y Mather de 1955.

Tipos	Símbolo	Designación	Índice hídrico
Húmedos	A	Perhúmedo	100 o >
	B ₄	Húmedo	100 a 80
	B ₃	Húmedo	80 a 60
	B ₂	Húmedo	60 a 40
	B ₁	Húmedo	40 a 20
	C ₂	Subhúmedo-húmedo	20 a 0
Secos	C ₁	Seco-Subhúmedo	0 a -33,3
	D	Semiárido	-33,3 a -66,6
	E	Árido	-66,6 a -100

Se estableció la frecuencia de cada categoría considerando la serie completa (SC) (1900-2009); además de los períodos antes del salto (AS) (1900-1954) y después del salto (DS) (1955-2009).

En un segundo análisis se compararon los promedios de los índices hídricos de cada una de las series consideradas. Además se evaluó la evolución temporal de los índices de aridez y de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra la evolución interanual de los índices hídricos, de los de humedad y de los de aridez. Se nota un cambio importante a partir de mediados de la década de 1950, pasando de un predominio de condiciones de déficit de agua (AS) a una situación predominante de excesos hídricos (DS). En el índice de aridez se aprecia una disminución de los valores desde mediados de la década de 1950 (DS). En la evolución del índice de humedad anual se aprecia claramente un crecimiento brusco de los excesos hídricos después del salto climático (DS).

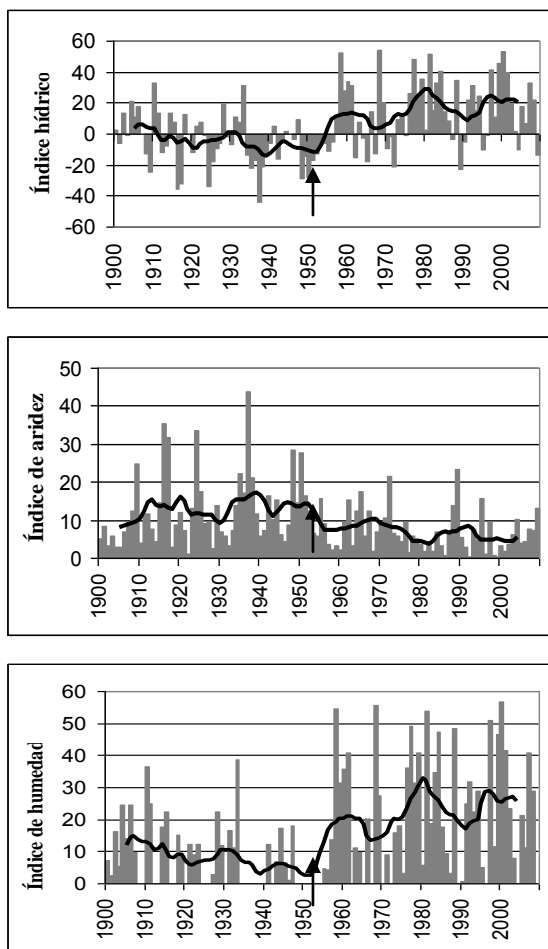


Figura 1. Evolución de los índices hídrico, de humedad y de aridez en San Miguel de Tucumán (las curvas representan la media móvil de 10 años y las flechas el salto climático)

La Figura 2 muestra claramente la tendencia a tener un clima más húmedo después del salto climático. La frecuencia de años húmedos pasó de 39% (AS) a un 69% (DS). Se puede apreciar que DS desapareció el tipo D (semihúmedo) y se incrementó la frecuencia del tipo B₁ y apareció el tipo B₂.

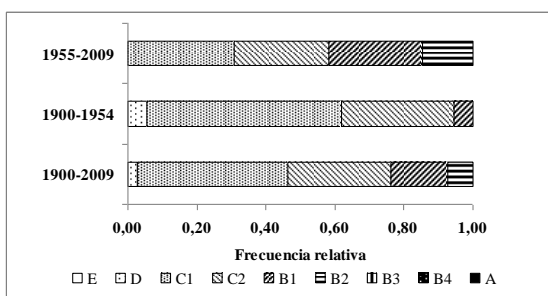


Figura 2. Frecuencia relativa de las categorías hídricas de Thornthwaite en los distintos períodos

Considerando la serie completa, también la frecuencia de años con climas húmedos superan a la frecuencia de años con climas secos (53% vs 47%).

Tabla 2. Promedios de los índices, hídrico, de aridez y de humedad y categoría hídrica correspondiente

Período	Im	Ia	Ih	Clasif.
1900-1954	-4,44	12,24	7,80	C1d
1955-2009	15,08	6,86	21,94	C2r
1900-2009	5,32	9,55	14,87	C2r

La tabla 2 resume el cambio operado en las condiciones del clima de San Miguel de Tucumán para los períodos AS y DS. Así, se pasó de un clima seco C₁d (clima seco-subhúmedo con poco o ningún excedente de agua) a un clima húmedo C₂r (clima subhúmedo-húmedo con poca o ninguna deficiencia de agua). Este cambio fue tan significativo en los últimos 55 años que se reflejó en la clasificación de la serie completa.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que de un clima seco-subhúmedo predominante en la primera mitad del siglo XX se pasó a un clima subhúmedo-húmedo en la segunda mitad. Este cambio debe ser considerado cuando se refiere a la clasificación climática, precisando sus fluctuaciones temporales. En este sentido un estudio incluyendo otras regiones de la provincia es necesario para verificar la uniformidad espacial de este fenómeno y darle más utilidad agronómica.

BIBLIOGRAFÍA

- Elías Castillo, F.; Castellví Sentís. 1996. *Agrometeorología*. Min. Agric., Pesca y Alimentación Edic. Mundi-Prensa. España. 517 pp.
- Lamelas, C.M.; Forciniti, J.D.; Suarez, L.C. 1995. Modificación de la aptitud sojera en Tucumán, en el período 1961-1990, como consecuencia del salto climático. *Rev.Ind. y Agríc. de Tucumán*. 72 (1-2):(57-62).
- Minetti, J.L.; Sierra E.M. 1984. La expansión de la frontera agrícola en Tucumán y el diagnóstico climático. *RIAT*, 61 (2): 109-126.
- Minetti, J.L y W.M. Vargas. 1997. Trends and jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15°S. *Atmósfera*, 11: 205-221.
- Pascale, A.J.; Damario E.A. 1977. El balance hidrológico seriado y su utilización en estudios agroclimáticos. *Rev. Fac. Agron. La Plata*, 53(1-2): 15-34
- Pascale, A.J.; Damario E.A. 2004. *Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología*. Ed. Fac. Agron. UBA. Pág. 335.
- Thornthwaite, C.W.; Mather J.R. 1955. The water balance. *Publ. in Climatol.* 8 (1). 104 pp.
- Torres Bruchmann, E. 1976. Atlas agroclimático y bioclimático de Tucumán. 1ª parte. UNT, FAZ. *Publicación especial* N° 7. 12 pp.
- Torres Bruchmann, E. 1978. Las clasificaciones de Köppen y Thornthwaite. UNT. FAZ. Serie Didáctica N° 48. 27 pp.

VARIABILIDAD INTERANUAL DE LAS PRECIPITACIONES EN RELACIÓN A LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

Lamelas, C.M.; Forciniti, J.D.; Soulé Gómez, M.L.; Pitre, N.

Sección Agrometeorología, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes. CC N° 9 (4101) Las Talitas – Tucumán – Argentina.

E-mail: agrometeorologia@eeaoc.org.ar

Palabras clave: Variabilidad, precipitaciones, cultivos.

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola y su agroindustria derivada configuran componentes muy importantes de la economía de la Provincia de Tucumán, representando alrededor de un 20% del Producto Geográfico Bruto (Dirección de estadística de Tucumán, 2008). En orden de importancia económica se ubican la caña de azúcar con 226.000ha; citrus, que principalmente corresponde a limón, con 43.000ha; soja y maíz con 333.000ha y trigo con 176.000ha (Soria *et al*, 2008).

La variabilidad espacial y temporal de las precipitaciones en la Provincia de Tucumán fue extensamente estudiada. En este sentido, Minetti (1989) estudió el comportamiento de las lluvias en la primavera y verano en San Miguel de Tucumán; Pascale *et al* (1990) mostraron las anomalías positivas de las precipitaciones en el trimestre más lluvioso (enero-febrero-marzo) durante la década de 1970; Minetti (1990) estudió la variabilidad de las precipitaciones en el este de Tucumán, asociándola al grado de riesgo empresarial. Minetti y Poblete (1989) determinaron la ocurrencia de un salto climático a mediados de la década de 1950, consistente en un enfriamiento y aumento de las precipitaciones con significancia estadística. Este proceso ha tenido una marcada influencia en la producción agrícola de la provincia y fue tomado como referencia para determinar las modificaciones de aptitud agroecológica para el cultivo de la soja (Lamelas *et al* 1995) y para estudiar el comportamiento de las precipitaciones en San Miguel de Tucumán durante el siglo 20 (Lamelas *et al*, 2006).

Este trabajo tiene por objetivo analizar el comportamiento de las precipitaciones en las principales etapas del ciclo evolutivo de los cultivos de mayor importancia en la Provincia de Tucumán.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con la serie de precipitaciones mensuales de San Miguel de Tucumán, correspondiente al período 1901-2009. Esta serie se destaca por la calidad de su información y por la representatividad de los fenómenos en gran escala del NOA (Minetti y Vargas, 1993).

Para cada año se calcularon los acumulados en las

etapas de mayor importancia para los cultivos, determinados conforme a los siguientes criterios: Caña de azúcar - (I) brotación y crecimiento inicial, abarca de septiembre a noviembre – (II) período de gran crecimiento, va desde diciembre a marzo. Limón – (I) floración y cuaje de frutos, comprende el bimestre setiembre-octubre – (II) crecimiento del fruto, va noviembre a abril. Soja y maíz – (I) siembra y crecimiento vegetativo, va de diciembre a enero – (II) etapa reproductiva, cubre de febrero a abril. Poroto, las etapas tienen el mismo significado que en soja y maíz, la (I) corresponde a enero-febrero y la (II) a marzo-abril. Trigo – (I) corresponde a la acumulación de humedad para el desarrollo del cultivo previo a la siembra, abarca de febrero a mayo – (II) espigazón y llenado de granos en agosto-setiembre.

Se calcularon los estadísticos más utilizados en el tratamiento de series temporales (media, mediana, desviación estándar, coeficiente de variación, etc.) para la serie completa (SC) (1901-2009) y para antes (AS) (1901-54) y después del salto climático (DS) (1955-2009). Por otra parte, se generaron cuatro categorías de anomalías, combinando los signos de la etapa I y II, que fueron: 1(+ +); 2(+ -); 3(- +) y 4(- -) y se analizó la distribución de frecuencias para SC, AS y DS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los promedios de las etapas I y II para todos los cultivos y períodos considerados. La comparación de promedios AS y DS mostró, para este último, un incremento generalizado de las precipitaciones para todos los cultivos y etapas consideradas. Los cultivos de granos de verano (soja, maíz y poroto) fueron los más favorecidos, con incrementos del 26% en la etapa I y un 20% en la etapa II, lo que explicaría, en parte, el aumento de la superficie cultivada y de los rendimientos. Esto concuerda con lo señalado por Lamelas *et al*, 2006. Para caña de azúcar y limón la etapa I coincide con meses de escasas precipitaciones, de allí entonces que el incremento relativo del 15% y 23% representan aumentos medios de sólo 25 y 17mm, lo que no se tradujo en un cambio importante de la condición hídrica en esta etapa. En la etapa II hubo un incremento significativo del agua aportada al sistema (146mm para caña de azúcar y 164mm para

limón). Para el trigo, se verificó un aumento importante de las lluvias (78mm) en la etapa I, que es

la de mayor importancia para el cultivo en nuestra región.

Tabla 1: Promedios de precipitaciones en la etapa I y II para los principales cultivos de la Provincia de Tucumán, en la serie completa (SC), antes (AS) y después del salto climático (DS).

Período	Soja y Maíz		Poroto		Trigo		Caña de Azúcar		Limón	
	I etapa	II etapa	I etapa	II etapa	I etapa	II etapa	I etapa	II etapa	I etapa	II etapa
SC (1901-2009)	357,2	391,6	362,9	228,1	422,7	26,8	184,2	680,5	80,7	852,3
AS (1901-1954)	316,6	354,3	321,0	206,8	383,5	24,2	171,6	607,7	72,2	770,4
DS (1955-2009)	397,8	428,9	404,8	249,5	461,8	29,5	196,7	753,4	89,1	934,2
Relación AS/SC	0,89	0,90	0,88	0,91	0,91	0,90	0,93	0,89	0,90	0,90
Relación DS/SC	1,11	1,10	1,12	1,09	1,09	1,10	1,07	1,11	1,10	1,10
Relación AS/DS	1,26	1,21	1,26	1,21	1,20	1,22	1,15	1,24	1,23	1,21

	Categoría	Caña de Azúcar	Limón	Soja y Maíz	Poroto	Trigo
SC (1901-2009)	1 (+ +)	25,0	26,9	25,9	21,3	17,6
	2 (+ -)	18,5	19,4	23,1	21,3	29,6
	3 (- +)	17,6	24,1	19,4	25,9	19,4
	4 (- -)	38,9	29,6	31,5	31,5	33,3
AS (1901-1954)	1 (+ +)	16,7	16,7	5,6	9,3	7,4
	2 (+ -)	20,4	22,2	27,8	20,4	22,2
	3 (- +)	11,1	16,7	20,4	27,8	22,2
	4 (- -)	51,9	44,4	46,3	42,6	48,1
DS (1955-2009)	1 (+ +)	33,3	37,0	46,3	33,3	27,8
	2 (+ -)	16,7	16,7	18,5	22,2	37,0
	3 (- +)	24,1	31,8	18,5	24,1	16,7
	4 (- -)	25,9	14,8	16,7	20,4	18,5

Tabla 2: Frecuencia porcentual de categorías de anomalías de precipitaciones para los principales cultivos de la Provincia de Tucumán, en la serie completa (SC), antes (AS) y después del salto climático (DS).

En la tabla 2 puede verse que el cambio operado en las precipitaciones se tradujo en un incremento de la frecuencia de anomalías positivas en la serie DS. A la categoría 1 (+ +) le correspondió la mayor frecuencia de ocurrencia, destacándose soja y maíz con un 46%; seguido por un 37% en limón y 33% para caña de azúcar y poroto. Sumándole la categoría con anomalía positiva en la etapa más sensible (2 en limón y 3 en granos estivales y caña de azúcar) se llega a valores cercanos al 60%. En trigo la mayor frecuencia se dio en la categoría 2 (+ -) con 37%, la que sumada a la categoría 1 supera el 60%.

Cabe consignar que en la serie DS, la categoría 4 (- -) alcanzó la frecuencia más alta (26% de los años) en caña de azúcar y la más baja (15%) en limón. Si se agrega la categoría con anomalía negativa en la etapa más sensible (2 ó 3, de acuerdo al cultivo) se llega a valores cercanos al 40%. Esto indica que la probabilidad de tener faltantes de agua para los cultivos, si bien han disminuido con respecto a AS, representan un riesgo relativamente alto.

CONCLUSIONES

Se demostró una mejora generalizada en las condiciones hídricas para los cultivos de mayor importancia a partir de mediados de la década de 1950, aunque con diferencia en su magnitud

conforme al tipo de cultivo. El mayor aporte adicional de las precipitaciones correspondió a los cultivos de granos de verano (soja, maíz y poroto).

Se debería profundizar éste análisis considerando la intensidad de las anomalías.

REFERENCIAS

- Dirección de estadística de Tucumán, <http://estadistica.tucuman.gov.ar/archivos/6PBG/2E_STIMACION/InformePBG2008.pdf>, consultado el 20 de mayo de 2010.
- Lamelas, C.M.; Pascale, A.J.; Suarez, L.C. 1995. Modificación de la aptitud sojera en Tucumán, en el período 1961-1990, como consecuencia del salto climático. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*. 72 (1-2):(57-62).
- Lamelas, C.M.; Forciniti, J.D.; Funes C. 2006. Enfoque agroecológico del cultivo de la soja en el noroeste argentino. *Producción de soja en el noroeste argentino*.(25-48)
- Minetti, J.L. 1989. Comportamiento temporal de las precipitaciones de primavera y verano en San Miguel de Tucumán. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*. 66 (1):(83-95).
- Minetti, J.L.; Poblete A.G. 1989. El salto climático de la década de 1950 en Tucumán. Análisis de diagnóstico y consecuencias. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*. 66 (1):(119-136).
- Minetti, J.L. 1990. Régimen de variabilidad de las precipitaciones anuales en el Este de Tucumán. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*. 67 (2):(79-97).
- Minetti, J.L.; Vargas W.M. 1993. Anomalías en la precipitaciones medias del noroeste argentino. *Inf. Tec N°1*. Fundación Caldenius.
- Pascale, A.J.; Lamelas, C.M.; Suarez, L.C. 1990. Situaciones hídricas probables en el balance de agua de la región tucumana de cultivo en secano. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*. 67 (2):(1-48).
- Soria, F.J.; Fandos, C.; Scandaliaris P.; Carreras Baldres, J.I. 2008. Relevamiento satelital de los principales cultivos de la provincia de Tucumán. Campaña 2007-2008. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

EMERGENCIA DE FORRAJERAS EN UN SUELO HALOMÓRFICO Y SU RELACIÓN CON LAS PRECIPITACIONES Y LAS TEMPERATURAS MEDIAS

Martín, B.; Sosa, O.; Magra, G.; Besson, P.; Zerpa, G. ; Costanzo, M.
Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, Zavalla, Santa Fe

E-mail: bmartin@argentina.com

Palabras clave: emergencia - forrajeras - suelos alcalinos

INTRODUCCIÓN

La Pampa Ondulada es la subregión geomorfológica mejor drenada de la gran llanura pampeana. Sin embargo, presenta sectores deprimidos, casi siempre próximos a cursos de agua, en donde las limitaciones de drenaje derivan de la ubicación en el paisaje y de la escasa profundidad de la napa freática (Mosconi et al., 1981). Estos ambientes abarcan un variado mosaico de suelos y se caracterizan por una conjunción de problemas de productividad, determinante de una baja aptitud agrícola. Entre estos, los suelos alcalinos están asociados a posiciones deprimidas del paisaje, con limitaciones de drenaje y, a menudo, el sodio y las sales son aportados por una napa de agua que fluctúa a poca profundidad y cuya dinámica es muy activa en el tiempo y en el espacio (INTA-CIRN, 1990).

La ocurrencia de lluvias provoca el ascenso de la napa freática y las sales que el agua lleva en solución. Al finalizar el período lluvioso, se produce la eliminación del agua mediante evaporación e infiltración y comienza la desecación de las capas superiores del suelo. Al intensificarse el proceso, se produce el ascenso capilar del agua freática que, al evaporarse, enriquece de sales todo el perfil. La presencia excesiva de sales en el suelo limita el crecimiento de las plantas, siendo mayor su efecto a medida que aumenta la concentración de sales hasta provocar la muerte de las mismas (Ress et al., 1987). No obstante, la tolerancia a la salinidad varía notablemente entre diferentes especies.

Por otra parte, el establecimiento es una etapa particularmente crítica en el crecimiento de una pastura en un medio halohidromórfico. Según Osmond et al. (1980), el establecimiento de las plántulas es más sensible a las adversidades del medio ambiente que la germinación de la semilla. La velocidad y la capacidad germinativa en suelos alcalinos de agropiro o melilotus, como así también el lento crecimiento del primero, hacen que se recomienden siembras tempranas (marzo-abril) (Ferrari y Madaloni, 2001; Borajo y Alonso, 2004)

En diversos bajos alcalinos se ha promovido la implantación de ciertas especies, como *Thinopyrum ponticum* (agropiro) y *Melilotus officinalis* (trébol de olor amarillo), la información respecto a los resultados obtenidos es a menudo incompleta y

contradictoria (Bunge, 1998; Tommasone, 1998 y Borrajo y Alonso, 2004).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de la emergencia en ambas especies y su relación con las precipitaciones y las temperaturas en el período otoñal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante nueve años consecutivos (2001 al 2009), se sembraron con el sistema de siembra directa, en un lote con suelo alcalino (Natracualf, pH: 8,9 y CE: 0,22 ds/m) sectorizado en fracciones de 0,25 ha para cada año experimentado. La mezcla fue de *Thinopyrum ponticum* (agropiro) y *Melilotus officinalis* (trébol de olor amarillo) a una densidad de siembra ajustada teniendo en cuenta determinaciones previas de %pureza, %germinación y peso de 1000 (500 semillas viables de cada una/m²); las siembras se realizaron en el período otoñal (marzo o abril). Se evaluó el stand de plantas emergidas, sensu stricto, a los 45 días después de cada siembra (0,25 m²; n=15). Se registraron las precipitaciones acumuladas y las temperaturas medias diarias durante ese período. Se calcularon las eficiencias anuales en la emergencia (plantas emergidas respecto a semillas viables sembradas), que se relacionaron con las dos variables meteorológicas, mediante regresión lineal múltiple. Previo a los análisis estadísticos, los valores porcentuales se transformaron en valores angulares (arcoseno (\sqrt{x}))

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la eficiencia en la emergencia de las plántulas de las especies ensayadas, para cada año analizado, se describen en la Tabla 1.

Las emergencias registradas en agropiro, entre los años evaluados, no superaron el 35%, valores marcadamente inferiores a lo observado por Borrajo y Alonso (2004) que midieron un 85% para esta especie. Probablemente las prolongadas condiciones de anegamiento que afectaron al suelo, en aquellos otoños con régimen de precipitaciones elevadas o los períodos de déficit en las precipitaciones, influyeron en las emergencias.

Los valores observados en la tabla I, difirieron marcadamente de los presentados por otros autores (Berti, 1990 y Galeazzi, et al., 2004), quienes afirman que las siembras otoñales de trébol de olor amarillo permitirían la implantación de un 50-55% de las semillas sembradas.

Tabla 1. Eficiencia en la emergencia (EEM) de las plantas de agropiro y trébol de olor amarillo, expresada en %, a los 45 días de la siembra y sus desvíos estándar (DES).

Fecha de siembra	% EEM			
	Agropiro	DES	Trébol de olor amarillo	DES
30-Mar-01	6,35	0,5	9,54	0,1
10-Abr-02	28,25	0,67	0,46	0,2
28-Mar-03	34,57	10,94	3,18	0,1
08-Abr-04	25,17	2,12	3,1	0,1
26-Mar-05	22,2	2,8	5,87	4,29
25-Abr-06	7,27	0,98	29,4	1,1
24-Mar-07	0	0	37,3	0,71
06-Mar-08	9,62	0,57	25,46	1,78
12-Mar-09	2,24	0,29	19,19	1,51

Se evidenció una importante influencia de las precipitaciones acumuladas sobre la EEM, para ambas especies (Tabla II) y una asociación inversa con los valores de las temperaturas medias registradas. Es decir, los modelos, cuando fueran consideradas ambas variables mostraron un ajuste más adecuado para explicar la EEM de cada especie. Ojues et al (2007) detectaron diferencias en el número promedio de plantas logradas en agropiro cuando se compararon diferentes ambientes climáticos (Bolívar, Gral Villegas y Pergamino, pcia de Buenos Aires). Asimismo, Borrajo y Alonso (2004) para Balcarce, señalan que las abundantes precipitaciones, sumadas a temperaturas frías que se observaron al finalizar el otoño del año 2001, contribuyeron a las bajas emergencias logradas en agropiro.

Tabla 2. Regresiones lineales múltiples entre la eficiencia en la emergencia (EEM, %) como variable regresora y las precipitaciones acumuladas (x_0 , mm.período-1) y la temperatura media (x_1 , T°. °C), según la ecuación $y = a \pm b_0x_0 \pm b_1x_1$, $n = 120$

EEM (%)	a	b_0	b_1	R^2	Aj	P
Agropiro	6,67	0,19	-0,41	0,68	0,0001	
Trébol de olor amarillo	10,57	0,19	-0,76	0,71	0,0001	

Bajo las condiciones de los años de ensayo y el sitio elegido, se observó que la siembra directa de agropiro y trébol de olor amarillo fue poco efectiva, condicionada por las precipitaciones y temperaturas que se presentaron en el período de siembra.

CONCLUSIONES

Se concluye que la emergencia de agropiro y trébol de olor amarillo, bajo siembra directa, estuvo estrechamente relacionada a las precipitaciones y a las temperaturas otoñales, resultando ser positiva con el aumento de las precipitaciones y con niveles de temperaturas medias entre los 13,5 a 15°C. Los patrones observados en este estudio apoyan la idea de que la germinación de agropiro y de trébol de olor amarillo se asocia con las precipitaciones y temperaturas medias de la época habitual de siembra para las mismas en la región.

REFERENCIAS

- Berti, R. <<http://www.inta.gov.ar/salta/info/>> Consultado Mayo 2010.
- Borrajo, C. I. y Alonso, S. I. 2004. Germinación, emergencia e implantación de variedades experimentales de agropiro alargado. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 24. N° 1-2: 29-40.
- Bunge, C. (1998). Implantación de pasturas en bajos alcalinos. En: XI Jornadas Ganaderas de Pergamino. Argentina. pp 33-36.
- Ferrari, L. y Maddaloni, J. 2001. Agropiro alargado y Melilotus sp. In: Maddaloni, Ferraris (Eds) *Forrajeras y pasturas en el ecosistema templado húmedo de la Argentina*. INTA-UNZ. Bs. As.
- Galeazzi, A.; Zabala, M.; Tomas, P.; Giavedoni, J.; Pensiero, J.F.; Capurro, P.; Filgueras, I.; Rush, P.; Schrauf, G. 2004. Variación en la emergencia y el crecimiento inicial en materiales de Melilotus albus L. que difieren en su fenología Congreso. XXXIII Congreso Argentino de Genética. Malargüe - *Revista de la Sociedad Argentina de Genética*
- INTA-CIRN. (1990). *Atlas de Suelos de la República Argentina*. SAGPN-INTA Buenos Aires. Tomo 2. 677 pp.
- Mosconi, F.; Priano, J.; Hein, N.; Moscatelli, G.; Salazar, J.; Gutiérrez, T. y Cáceres, L. (1981). *Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe. Tomo I* (Ed): INTA-MAG, Santa Fe, Argentina. 248pp.
- Ojuez, C.; Lauric, A.; Siolotto, R. y Scheneiter, O. (www.inta.gov.ar/.../efecto_del_ambiente_y_densidad_de_siembra_de_agropiro_alargado.pdf). Consultado en Mayo 2010.
- Osmond, C.B., Bjorkman, O. and Anderson, D. J. (1980). Physiological Processes in *Plant ecology: Toward a Synthesis with Atriplex*. *Ecological Studies* Vol. 36. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 458pp
- Rees, T., L. Jenkins, A. Smith and P. Wilson. 1987. The metabolic of flood-tolerant plants. In: *Plant life in aquatic and amphibious habitats*. R. Crawford (ed.) Blackwell, London. pp 227-238.
- Tommasone, F. (1998). Siembra directa de agropiro. En: XI Jornadas Ganaderas de Pergamino, Ed: Estación Experimental Pergamino, Pergamino, Argentina: 25-32.

ANÁLISIS TEMPORAL DE LA PRECIPITACIONES Y SU INFLUENCIA SOBRE EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN TUCUMÁN – ARGENTINA

Medina, E. R.¹; Minetti, J.L.²; Dupuy, E. A.³

¹Facultad de Agronomía y Zootecnia – UNT, Av. Roca 1900, S. M. Tucumán, CP: 4000, Argentina.

²Facultad Facultad de Filosofía y letras-UNT- Conicet- Laboratorio Climatológico Sudamericano

³Escuela de Agricultura y Sacarotecnia – UNT. Yerba Buena, Tucumán, Argentina

E-mail: esteban.medina13@hotmail.com

Palabras clave: impacto, rendimientos, cultivo.

INTRODUCCIÓN

En el mundo, el cultivo de la caña de azúcar esta distribuido a lo largo de la zona intertropical, extendiéndose en muchos países en áreas subtropicales, como en Argentina. Desde 1750 a la actualidad, el sector azucarero cobró gran importancia en la producción agroindustrial argentina y una gravitación determinante en la economía del Norte del país, especialmente en Tucumán (Rosenzvaig, 1986). La lluvia es un elemento del tiempo que con mayor frecuencia se vuelve una limitante para el desarrollo del cultivo. Su distribución en el transcurso del año es desigual y su variación interanual es sumamente alta, lo que provoca una mayor incertidumbre en el momento de realizar la cosecha. El objetivo de este trabajo es analizar el impacto que los cambios de largo plazo ocasionaron en los rendimientos de caña de azúcar en Tucumán (R.A).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los totales de pluviales, fueron extraídos de la base de datos del Laboratorio Climatológico Sudamericano (LCS), período 1930-2005. Los datos de rendimientos de caña de azúcar en tn/ha. para Tucumán provienen de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Tucumán, Bolsa de Cereales de la Provincia de Buenos Aires y la Estación Experimental AgroIndustrial Obispo Colombres (EEAOC). Debido a la variabilidad tempo-espacial de las lluvias se promediaron los valores mensuales correspondientes al polígono conformado por las localidades de: S.M. de Tucumán, Leales, La Cocha y Famaillá, a fin de trabajar con totales de lluvia representativos del área cañera de la provincia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra la serie temporal de los rendimientos promedios (tn/ha) de la provincia y su línea de tendencia. Al analizar las fluctuaciones rápidas se ve las variaciones en los rendimientos ocasionadas por el comportamiento meteorológico de las precipitaciones anuales y de otras crisis por las que atravesó el sector. En el primero de los casos podemos citar el impacto de las sequías de 1935-1945. También la evidencia sobre los rendimientos que los aumentos en las precipitaciones ocasionaron sobre la producción, a consecuencia de fenómenos de gran escala, como

el salto climático (SC) (Minetti *et al.*, 1982b; Minetti y Vargas, 1998), ocurrido a mediados del siglo pasado, intensificándose esta situación en la década del 1970.

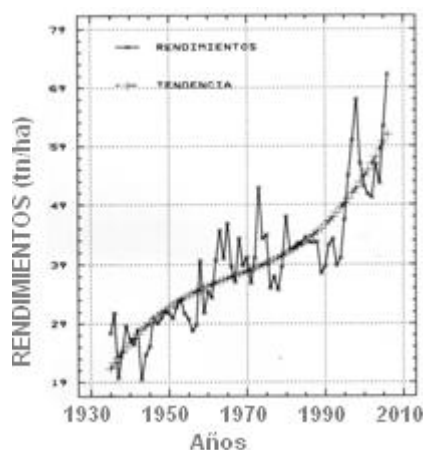


Figura 1. Evolución temporal de los rendimientos y su línea de tendencia. Período 1935-2006

También se observaron sequías importantes como las de 1988-1989 que produjeron un fuerte impacto negativo sobre los rendimientos y pérdidas de cepas en algunos casos (Fogliata y Muro, 1989) y la sequía más reciente de la campaña agrícola 2003-2004.

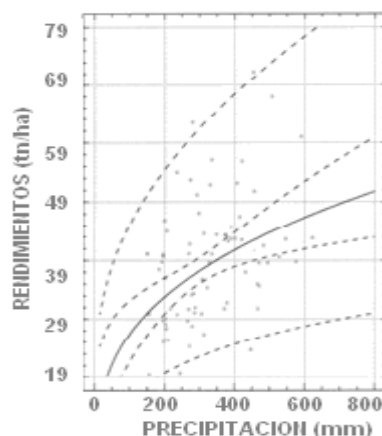


Figura 2. Regresión entre el rendimiento de caña y las precipitaciones areales de Diciembre – Enero

El aumento en los rendimientos (figura 2) es más evidente a medida que comienzan a aumentar las lluvias del bimestre D-E, que coincide con el final de la primavera, que en esta región, es estacionalmente seca.

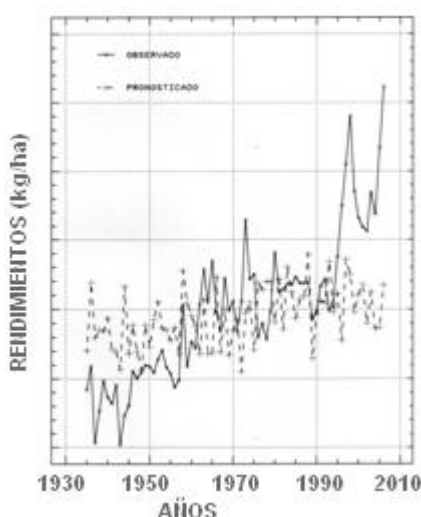


Figura 3: Rendimientos reales vs. pronosticados de caña de azúcar. Periodo 1935-2006.

Este bimestre abarca la mitad del período de gran crecimiento donde se produce el máximo consumo de agua en el cultivo caña de azúcar (Evans, 1935; Romero et al., 2005).

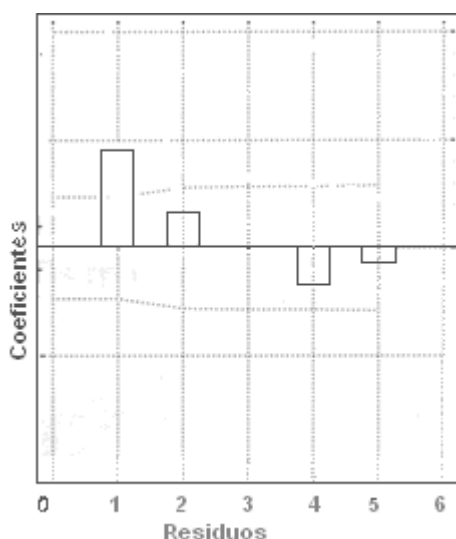


Figura 4: Correlograma de los rendimientos en caña sin tendencia con un polinomio de 3er grado. Per: 1935-2006

Cuando las lluvias del bimestre de D-E oscilan entre los 200 y 400 mm, la respuesta de la caña muestra incrementos cercanos a las 8 tn/ha. Con volúmenes de precipitación superiores, la reacción de la caña de azúcar expresada a través de los rendimientos es cada vez menos notable.

La figura 3 muestra las series temporales de rendimiento promedio observado para Tucumán y el rendimiento pronosticado en función de las precipitaciones areales del bimestre D-E.

En el primer caso, en forma general se observa una clara tendencia al crecimiento en los rendimientos, mientras que en la segunda la tendencia es de igual signo pero no tan marcada.

En el análisis de los rendimientos reales se diferencian tres etapas, la primera comprendida entre 1935 a 1946 donde los rindes son pobres, coincidentes con niveles bajos de precipitación, en la siguiente se verifica un salto notable en los rendimientos culturales de caña de aproximadamente 11 tn/ha, (1960 a 1990) debidas en parte al salto climático (Minetti y Vargas, 1998). Y por último, un nuevo y pronunciado aumento en los rindes (1990 -2006), producto del uso de nuevas técnicas de manejo, biotecnología y tecnología para el cultivo. Entre estas etapas en forma intercalada se observan períodos que oscilan entre los 8 y 10 años, donde la amplitud de los rendimientos es muy baja.

En la figura 4 se verifica la persistencia temporal que posee el rendimiento de la caña de azúcar, ya que a una buena/mala campaña agrícola por condiciones hídricas excelentes/déficitarias, le sigue otra con anomalías de igual signo, como consecuencia del remanente o déficit de humedad que queda en el perfil del suelo de la campaña anterior. Esto se corrobora al analizar el correlograma de las precipitaciones de D-E, ya que las lluvias no presentan persistencia entre un año y otro.

CONCLUSIONES

El aumento de las precipitaciones ocurridas en la segunda mitad del siglo pasado favoreció a los rendimientos culturales de la caña de azúcar. Condiciones hídricas favorables durante D-E inciden favorablemente sobre la producción. Los rendimientos en caña tendrían persistencia temporal.

REFERENCIAS

- Rosenzvaig, E., 1986: Historia social de Tucumán y del azúcar. 30- Universidad Nacional de Tucumán.
- Evans, H., 1935: "Investigations on the course of growth in a virgin, crop of sugar cane". Sug. Cane Res. Sta., Mauritius, Bol. 7, pp.36.
- Romero, E. R.; J. Scandalariis; J. Tonatto; M. Leggio Neme y L. Alonso. 2005: Emergencia y crecimiento inicial de caña planta de la variedad TUCCP 77- 42 en diferentes épocas de plantación. Rev. Ind. Agríc. Tucumán, vol.82, no.1-2, pp.37-44. ISSN 1851-3018.
- Minetti, J. L.; R. A. Neder, C. A. Gargiulo y J. C. Sal Paz. 1982b: Impacto del clima sobre la producción de Caña de Azúcar en Tucumán. Est. Exp. Agroindustrial O. Colombes. Publ. Misc. 72: 45-93. Minetti, J. L. y W.M. Vargas. 1998: Trends and Jumps in the annual precipitation in South American, Routh of the 15° S. *Atmósfera* 11, 205-221.

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN ARGENTINA POR QUEMA DE BIOMASA Y DEFORESTACIÓN

Mielnicki, D. M.

Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental – 3iA, Universidad Nacional de San Martín, Belgrano 3563, Gral. San Martín, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: diana.mielnicki@unsam.edu.ar

Palabras clave: gases de efecto invernadero, inventarios, quema de biomasa

INTRODUCCIÓN

La quema de biomasa a cielo abierto implica la quema de vegetación viva o muerta por medio de fuegos controlados o no, en distintos ecosistemas. Percibido durante años solo como una amenaza, actualmente la ecología reconoce al fuego como un proceso importante en la formación y conservación de los ecosistemas (Myers, 2006). En la actualidad, se utiliza el fuego con objetivos variados: quema de pastizales para un mejor rebrote; de residuos agrícolas y malezas; en la deforestación o desmonte. Muchas de las quemadas ocasionadas por el ser humano, ocurrirían igualmente sin él, ante una acumulación de material combustible y condiciones meteorológicas propicias. Al mismo tiempo, el rol del hombre va mucho más allá de la ignición. En una forma indirecta, la alteración de la fauna herbívora, competidora del fuego en la eliminación de biomasa; la introducción de especies exóticas; la modificación del estado de los combustibles debido de la apertura de picadas y caminos; el cambio climático antropogénico; son algunas de las acciones del hombre que influyen los regímenes naturales del fuego.

La quema de biomasa a cielo abierto emite gases de efecto invernadero (GEI) directos: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) e indirectos monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x), que se contabilizan en los Inventarios Nacionales.

En el Inventario Nacional argentino para el año 2000 (INVGEI 2000, 2005), las emisiones anuales de GEI se estimaron en 6.200 Gg CO₂ eq (CO₂ equivalente, 1Gg =1.000 ton) para la quema de biomasa y de residuos agrícolas. Las emisiones por conversión de bosques a otros usos se estimaron en 10.000 Gg CO₂eq. Sin embargo, otros autores (Gasparri y Manghi, 2004; Gasparri et al., 2008) consideran que las emisiones por deforestación son mucho mayores. En este trabajo se analizan los datos utilizados en el INVGEI 2000 para encontrar el origen de estas discrepancias y se recalcula el inventario con otros valores de contenido de biomasa, obteniéndose resultados que señalan a la deforestación como una de las fuentes principales de GEI del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se realiza una revisión de los datos utilizados en la elaboración del INVGEI 2000 en las categorías referidas a la quema de biomasa: “Quema de arbustales, pastizales y residuos agrícolas”, incluida en el sector Agricultura y Ganadería y “Conversión de bosques y pastizales”, del sector Uso de Suelos y Cambio en el Uso de Suelos.

Se analizaron las diferencias entre el INVGEI 2000 y Gasparri y Manghi (2004), identificándose la causa de las mismas en las diferencias de contenido de carbono en la biomasa. Se realizó una búsqueda bibliográfica para definir el rango posible de valores.

Se recalcularon las emisiones según la metodología del INVGEI 2000, con diferentes valores de contenido de biomasa.

Las emisiones de CH₄ y N₂O se calculan como el producto del factor de emisión del GEI, el área quemada, la biomasa disponible para la combustión y factores de combustión efectiva para cada ecosistema. Las emisiones de CO₂ se calculan por la diferencia en los stocks de carbono en el ecosistema en el año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El INVGEI 2000 se realizó siguiendo las directivas de la Guía Revisada del IPCC de 1996 (IPCC 1996), que establece los sectores de “Energía”, “Procesos Industriales”, “Agricultura y Ganadería”, “Residuos” y “Cambios en el Uso de Suelos”.

a) Quema de residuos agrícolas (sector “Agricultura y Ganadería”)

Para la quema de residuos agrícolas, se estiman en el INVGEI 2000 solo las emisiones de gases traza (CH₄, N₂O), ya que se considera que el CO₂ se recupera en el siguiente ciclo de crecimiento. El cultivo que genera las mayores emisiones es la caña de azúcar y, en menor magnitud, los de algodón, trigo y lino. Las emisiones estimadas fueron de 239 Gg CO₂eq, relativamente muy inferiores a las otras categorías de quema.

b) Quema de bosques, pastizales y arbustales (sector “Agricultura y Ganadería”)

Los datos utilizados en el INVGEI 2000 provienen de las superficies quemadas informadas por las Estadísticas de Incendios Forestales (EIF) (SAyDS, 2000-2004) de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable para los años 1999 a

2003 y las estimaciones de biomasa de Gasparri y Manghi (2004) de la UMSEF (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable), tomando valores promedio para el país. Las emisiones resultan de 5.969 Gg CO₂eq, considerando también la recuperación del CO₂ dentro del año. Las EIF indican superficies quemadas anuales muy inferiores a las estimaciones satelitales (Tansey et al., 2004; Chuvieco et al., 2008), 28.000 km² en la EIF y 55.000 km² según Tansey et al. (2004) para el año 2000, por lo que estas emisiones podrían duplicar a las estimadas en el INVGEI 2000. Sin embargo, se discute si estas emisiones son totalmente antropogénicas, dado el carácter natural de los incendios en ciertos ecosistemas.

c) Conversión de bosques a otros usos (sector "Cambio en el Uso de Suelos")

En el INVGEI 2000, estas emisiones se estiman en 10.010 Gg CO₂eq. Los datos utilizados de áreas deforestadas concuerdan con los de UMSEF (2007), sin embargo los contenidos de biomasa son sustancialmente inferiores a los estimados por esta institución en Gasparri y Manghi (2004), tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de valores de biomasa utilizados.

	Biomasa existente en bosques t/ha	
	INVGEI 2000	Gasparri y Manghi 2004
Misiones	171	360
Chaco Oriental	28,5	140
Chaco Occidental	15-20	
Yungas	80	233
Espinal	36	-

Los valores de biomasa inicial indicados por defecto por el IPCC (2006) son de 210-220 (rango 200-410) t/ha para bosques subtropicales, de 80 (40-90) t/ha para estepa subtropical y de 300 (120-400) t/ha para bosque lluvioso tropical. De Fries et al. (2008), para la región de Mato Grosso, Brasil, estiman la biomasa perdida en la transición bosque a cultivo en 232 t/ha, 188 t/ha de bosque a pastura y 42-56 de pastizal a cultivos. Gasparri et al. (2008), estiman las emisiones promedio por deforestación en el Parque Chaqueño, Yungas y Selva Misionera en los años 1996-2005 en 76.528 Gg de CO₂ /año, con el 75 % de las emisiones provenientes del Parque Chaqueño.

Se recalcularon las emisiones por cambio en el uso de los suelos utilizando los mismos factores (fracciones de biomasa oxidada in-situ y ex-situ, decaimiento de biomasa proveniente de la deforestación anterior) y estratificaciones del INVGEI 2000 pero con los contenidos de biomasa de Gasparri y Manghi (2004). De esta manera, las emisiones resultan ser de 71.000 Gg de CO₂. A este valor se deben agregar las emisiones de CH₄ y N₂O, que suman otros 7.000 Gg de CO₂eq.

CONCLUSIONES

Son sustanciales las diferencias en las emisiones de GEI cuando hay recuperación del carbono por crecimiento de la vegetación dentro del año, como en la quema de residuos agrícolas y de pastizales y arbustales y cuando no la hay, como es el caso de la deforestación.

La quema de biomasa en sus distintas manifestaciones es considerada una fuente minoritaria en el Inventario Nacional de GEI. Sin embargo, existen diferencias en los datos utilizados que deberían ser tenidos en cuenta al momento de realizar el próximo inventario. Las emisiones por "Conversión de bosques a otros usos" de 78.000 Gg CO₂eq, calculadas en este trabajo transforman a la deforestación en una fuente principal, comparable a las emisiones del sector "Energía" o "Agricultura y Ganadería", de 131.961 y 124.919 Gg CO₂eq, respectivamente.

REFERENCIAS

- Chuvieco E., Opazo S., Sione W., del Valle H., Anaya J., Di Bella C., Cruz I., Manzo L., Lopez G., Mari N., Gonzalez F., Morelli F., Setter A., Csizar I., Kanpandegi J.A., Bastarrika A., Libonmati R., 2008. Global Burned-land estimation in Latin America using MODIS composite data. *Ecological Applications*, 18 (1), 64-79.
- DeFries R.S., Morton D.C., et al., 2008. Fire-related carbon emissions from land use transition in southern Amazonia. *Geoph. Res. Letters*, 35, L22705.
- Gasparri I., Manghi E., 2004. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales argentinas. UMSEF, SAyDS.
- Gasparri I., Grau H.R., Manghi E., 2008. Carbon pools and emissions from deforestation in extra-tropical forests of Northern Argentina between 1900 and 2005. *Ecosystems*, 11, 1247-1261.
- INVGEI 2000, 2005. Inventario Nacional de la República Argentina, de fuentes de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero. Fundación Bariloche. Buenos Aires.
- IPCC, 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Nat. G.G. Inv. Prog., Eggleston H.S. et al. (eds). IGES, Japan.
- Myers R.L., 2006. Convivir con el fuego. Iniciativa Global para el Manejo del Fuego. The Nature Conservancy Tallahassee FL.
- SAyDS, 2000-2004. Estadística de incendios forestales 1999-2003. Prog. Nac. de Estadística Forestal, SAyDS.
- Tansey K., Gregoire J.M., Stroppiana D., Sousa A., Silva J., Pereira J., Boschetti L., Maggi M., Brivio P., Fraser R., Flasse S., Ershov D., Binaghi E., Graetz D., Peduzzi P., 2004. Vegetation burning in the year 2000: Global burned area estimates from SPOT VEGETATION data. *J. Geoph. Res.*, VOL. 109, D14S03.
- UMSEF, 2007. Monitoreo de bosque nativo. Período 1998-2002. Período 2002-2006). Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Dirección de Bosques,,SA

EXCESOS HÍDRICOS DESPUÉS DE LAS SEQUÍAS EN ARGENTINA

Minetti, J.L.¹; Costa, M.C.²

¹ Laboratorio Climatológico Sudamericano (LCS) - CONICET, Dpto. de Geografía de la U.N.T. - LCS

² Facultad de Agronomía y Zootecnia – U.N.T. - LCS

E-mail: minettil@arnet.com.ar

Palabras Claves: Excesos, sequías, extremos hídricos.

INTRODUCCIÓN

El año 2003 fue caracterizado por una transición hídrica en Argentina, de un estadio lluvioso a otro seco. El primero produjo grandes inundaciones principalmente en Santa Fe (Minetti y otros, 2005), y el segundo se extendió a todo el país con epicentro en la misma zona, donde las lluvias promedios anuales de los cuatro años posteriores y anteriores al 2003 fueron de -400mm. Este proceso fue descrito como un enfriamiento generalizado de la superficie del mar tropical-subtropical (Minetti y otros, 2008) donde el fenómeno de La Niña 2008-09 es un episodio frío localizado frente a un fenómeno de gran escala. La fase más fría del O. Pacífico durante el 2008-09 generó una de las peores sequías con la pérdida del 30% de la producción granaria. El episodio El Niño 2009-10 juntamente con un calentamiento en el O. Atlántico fue correspondido por un incremento en las precipitaciones del Este Argentino. Una creciente baroclinicidad tropical-latitudes altas favoreció el desarrollo de reiteradas tormentas severas, marcando un contraste seco-lluvioso con sus efectos nocivos en la producción. Este contraste ha sido más agudo por sus impactos en la siembra gruesa, primero por la falta de humedad para germinar y posteriormente por la alta frecuencia de días con lluvia que no permitieron las siembras oportunas. El objetivo de este trabajo es mostrar cómo son los cambios interdecadales de la precipitación en Argentina, cuál sería el alcance temporal del nuevo período seco iniciado en el 2003, y cómo modula éste a una etapa lluviosa generada por El Niño 2009-10 y aguas cálidas en el O. Atlántico tropical que bañan las costas de Sudamérica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este análisis fue realizado con el índice de sequía regional mensual-anual (ISARG) propuesto por Minetti y otros (2004). Su estudio temporal de las series anuales ha sido mostrado por Minetti y otros (2010). Con los resultados de la Vigilancia Climática Operativa mensual del LCS (www.labclisud.com.ar) se ha detectado un cambio de régimen lluvioso-seco en el año 2003. Los índices anuales de sequías por regiones y en Argentina han sido tratados con análisis

convencionales de series temporales, espectros de la varianza y su conexión con otras variables climáticas de gran escala, con correlaciones cruzadas, co-espectros, coherencia, ángulos de fase, amplitud (Otnes y Enochson, 1972).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra a la marcha temporal del (ISARG) que se reproduce de igual manera en las cinco subregiones del país en sus cambios seculares e interdecadales. Si bien su comportamiento lento de largo plazo parece mostrar una onda de la longitud del total de la serie, alrededor de 100 años (Sierra y Pérez, 2006), la longitud de la serie es una limitante para los análisis y las inferencias que se obtengan carecen de validez. Una solución de este problema podría obtenerse con la extensión de las series a partir de la dendrocronología (Villalba y otros, 1998), pero unos pocos ciclos hasta 1700 no proporcionan datos suficientes para el desarrollo de modelos estadísticos confiables para la predicción climática estadística de largo plazo. La conexión encontrada por Minetti y otros (2008) entre las temperaturas invernales de Tucumán, y oceánicas vinculadas al SOI y PDO con ISARG dan validación a una onda de alrededor de 50 años y extensión de estos cambios interanuales hasta el año 622 DC (Anderson, 1992). Machare y Ortieb (1993) confirman además que el fenómeno ENOS estaría repitiéndose como lo hace hoy, en los últimos 4.500 años. Con este resultado y los dos períodos completos observados para el ISARG en los 100 años del período instrumental de lluvias en Argentina, se confirma que el cambio observado en el 2003 es de tipo oscilatorio y lento. La representación de este cambio alrededor del 2003 en cinco regiones de Argentina se ven en la Figura 2. Este cambio no es del tipo de salto o escalón como el mostrado por Minetti y Vargas (1998) debido a posibles efectos de irrupciones de partículas volcánicas en la atmósfera (Revelle, 1982), o inestabilidad interna del sistema climático que actúa en forma no lineal. Estos dos últimos factores hacen que la predicción de muy largo plazo propuestas por los modelos climáticos de simulación (Henderson-Sellers, A.; McGuffie, K. 1987) no tengan aceptación para la aplicación en problemas de decisión de los sectores agropecuario o energético, y donde todavía hace falta un largo

camino para recorrer para obtener modelos climáticos que puedan ser útiles. En nuestro caso, un análisis profundo de las variaciones interdecadales del clima como la mostrada aquí es mucho más útil en los niveles de decisión para cualquier actividad humana. Por último, la presencia de factores muy determinantes en la ocurrencia de precipitaciones en la Pampa Húmeda, como lo son los eventos El Niño, aguas más cálidas en la costa de Brasil y frías en la zona austral de Argentina generaron una alta probabilidad de ocurrencia de lluvias generalizadas de gran volumen en forma reiterativa durante la campaña agrícola 2009-10, las que no solo produjeron situaciones de saturación del suelo, sino también inundaciones en sectores de la provincia de Bs. As., Santa Fé y Entre Ríos durante el ciclo vegetativo de cultivos estivales. La modulación de los índices de sequías mensuales ocasionada por El Niño 2009-10 en presencia de una onda seca de largo alcance puede verse también en la Figura 2.

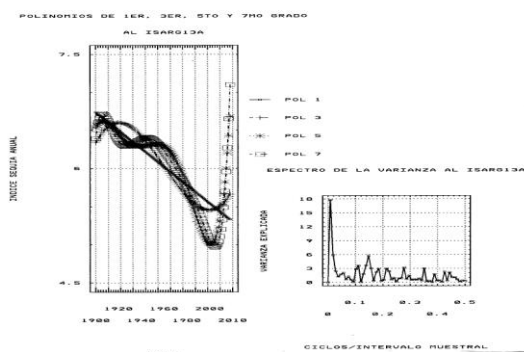


Figura 1: Polinomios de 1, 3, 5 y 7o grado al ÍSARG anual. A la derecha un espectro de la varianza con máxima explicación de ésta alrededor de 50 años.

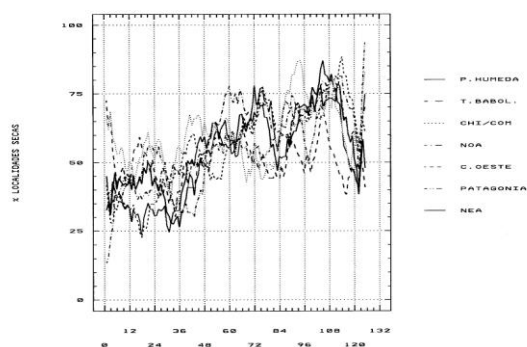


Figura 2: Suavizado de 11 meses a los índices de sequías mensuales en cinco regiones de Argentina. Se observa el cambio de las curvas cruzando al 50% de localidades secas alrededor del año 2003

CONCLUSIONES

Los índices anuales de sequía de Argentina han mostrado durante 1901-2009 cambios interdecadales de alrededor de 50 años. Estos cambios están en fase con las variaciones de los índices SOI y PDO. El SOI, tiene una oscilación del orden de 50 años en el período 622DC-1984

que da consistencia a lo encontrado y permite extrapolar a futuro lo observado en el período instrumental. El cambio observado por la Vigilancia Climatológica Regional avizora el uso de esta metodología para detectar los momentos críticos de cambios del clima regional, momento de ocurrencia e intensidad. Ambos métodos son propuestos como elementos de decisión en las actividades antrópicas. Un evento La Niña sobre el año 2008-09 superpuesto a una onda seca de larga duración, ha generado la peor pérdida en la producción de granos de Argentina por sequía desde la inclusión de nuevos paquetes tecnológicos en una agricultura moderna con exagerada expansión sobre regiones semiáridas. El evento El Niño simultáneo con otros factores concurrentes para la lluvia de gran volumen ha producido durante 2009-10 la atenuación de la sequía anterior, y abre interrogantes sobre la continuación del período seco.

REFERENCIAS

- Anderson, R.Y. 1992. Long-term changes in the frequency of occurrence of El Niño events. 193-200. *El Niño: Historical and paleoclimatic aspects of the Southern Oscillation*.
- Henderson-Sellers, A.; McGuffie, K. 1987. Introducción a los modelos climáticos. Ed. Omega, 231 pgs.
- Machare, J.; Ortiel, L., 1993. Registros del fenómeno El Niño en el Perú. *Bull. Ins. fr. études andines*. 22 (1): 35-52.
- Minetti, J.L.; Vargas, W.M. 1998. Trends and jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15°S. *Atmósfera* 11, 205-221. México.
- Minetti, J.L.; Vargas, W.M.; de la Zerda, L.R.; Poblete, A.G.; Casagrande, G.A.; Acuña, L.R.; Nieva, I.J.; Frasseto, G.E.; Ostertac, G.E.; Minetti, L.R.; Mendoza, E.A. 2004. Inventario de las sequías regionales en Argentina y Chile. *Inf. Téc. del Lab. Climat. Sud. Fund. Caldenius*. 50 pgs. Tucumán.
- Minetti, J.L.; Paegle, J.N.; Vargas, W.M.; Poblete, A.G.; Figueroa, F.M. 2005. Inundación de Santa Fé en Abril del 2003-Procesos climáticos e hidrológicos coadyuvantes. *IX Congreso Argentino de Meteorología*. 3-7 de Octubre.
- Minetti, J. L.; Naumann, G.; Vargas, W. M.; Poblete, A.G. 2008. Las sequías en el largo plazo en Argentina y sus precursores invernales. *Rev. de Geo. N° 12*, 26-37. *Ins. Geo. Apl. UNSJ*.
- Minetti, J.L.; Vargas, W.M.; Poblete, A.G.; de la Zerda, L.R.; Acuña, L.R. 2010. Regional droughts in southern South America. *Theor. Appl. Climatol.* DOI 10.1007/s00704-010-0271-1.
- Otnes, R.K.; Enochson, L. 1972. Digital time series analysis. New York. *Wiley-Interscience*, 476 pgs.
- Revelle, R. 1982. Dióxido de carbono y clima mundial. En *"El Clima" libros de investigación y ciencia*, 99-107.
- Sierra, E.M.; Pérez, S.P. 2006. Tendencias del régimen de precipitación y el manejo sustentable de los agroecosistemas: estudio de un caso en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. de Clim.* Vol 6, 1-12.
- Villalba, R.; Grau, H. R.; Boninsegna, J.A.; Jacoby, G.C.; Ripalta, A. 1998. Tree-ring evidence for long-term precipitation changes in subtropical South America. *Int. J. Climatol.* 18: 1463-1478.

ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA DE LA PLANTA (*VITIS VINIFERA* L. CV. TANNAT), QUE FAVORECEN LA EXPRESIÓN DEL COMPONENTE CLIMÁTICO DEL TERRUÑO

Montaña, Á.¹; Glison, N.²; Ferrer, M.³

¹Unidad de sistemas Ambientales. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Av. Garzón, No.780. Montevideo, CP 12400, Uruguay.

²Departamento de Biología Vegetal. Universidad de la República. Facultad de Agronomía

³Departamento de Producción Vegetal. Universidad de la República. Facultad de Agronomía.

E-mail: alvaromh@fagro.edu.uy

Palabras clave: Tannat; sist. de conducción; micro-clima

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes diferenciadores comerciales y de calidad del vino es el *terroir*, es decir de dónde provienen y bajo qué condiciones climáticas y de suelo estuvieron las uvas que le dieron origen al producto final. El sistema de conducción, es un importante factor en el comportamiento de las vides, ya que induce respuestas fisiológicas diferenciales a través de la modificación de la intercepción de la radiación y del estado hídrico de la planta. La maduración de la baya depende de la superficie foliar disponible y de la funcionalidad de dichas hojas, depende del microclima en el que trabajan las hojas y maduran los racimos, y de las translocaciones que se dirigen hacia los racimos. En los últimos años el Tannat se ha convertido en una variedad emblemática para el Uruguay en el desarrollo comercial del sector vitivinícola y es cultivada bajo dos sistemas de conducción: Lira abierta y Espaldera (Figura 1).

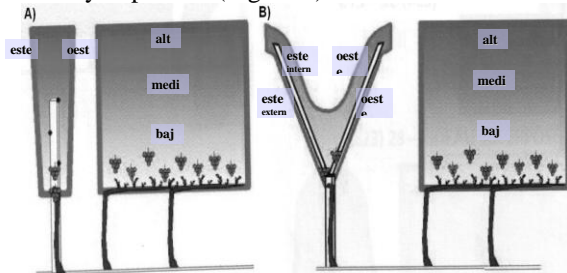


Figura 1: Ilustración esquemática de la arquitectura de los dos sistemas de conducción. **A)** Arquitectura de la Espaldera. **B)** Arquitectura de la Lira abierta. Se señalan los sitios en los cuales se hicieron las medidas. Extraído y modificado de (Carbonneau 2003).

Estos establecen arquitecturas de planta que afectan la intercepción de la radiación y el estado hídrico de la planta, sobre todo a partir del envero. En la Lira se obtuvieron rendimientos por planta y por superficie superiores a los de la Espaldera y las bayas cosechadas en estas plantas presentaron una aptitud enológica superior a las del sistema en Espaldera. Una restricción hídrica moderada desde floración conduce a un detenimiento del crecimiento vegetativo en envero y favorece así la concentración de azúcares reductores y antocianos, entre otros, en las bayas. Se plantea la hipótesis que la Lira presenta un mayor consumo de agua a lo cual se deben los resultados en los componentes

productivos. Determinando parámetros referentes al balance hídrico y del carbono en la hoja se pretende explicar el comportamiento evidenciado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica: 34°34'S; 56°15'W (Juanicó, Canelones, Uruguay).

Característica del ensayo:

Dos viñedos contiguos del cv. Tannat
Sistemas de conducción: Lira abierta y Espaldera, 2 filas x 2 plantas/ fila x 3 posiciones (alta, media y baja x 3 repeticiones y exposiciones (oeste y este)). Totalizando 72 muestras por tratamiento. (Figura 1).

Muestreos:

21/2/2008 (21/Feb). Entre las 12 y 13:30hs (**12hs**). Estado: 90% de envero. 47,2 mm de agua en suelo, FSTW(*) = 0,35.

13/3/2008 (13/Mar). Dos momentos: entre 11 y 12:30hs (**11hs**) y entre 15 y 16:30hs (**15hs**). Estado: próximo a cosecha. 108 mm de agua, FSTW = 0,80.

Determinaciones:

Potencial Hídrico de base (ψ_B) (entre las 3:30 y 4:30 hs) y activo (ψ): Bomba de Scholander (PMS, 600).

Fotosíntesis neta (FN), conductancia estomática (gS), tasa transpiratoria (Eh) y Flujo de Fotones Fotosintéticamente Activos (FFFA): IRGA (LICOR 6400), en hojas expuestas, respetando su orientación original. La Eficiencia en el Uso del agua (EUA) se calculó según: FN / Eh % Humedad Relativa (%HR) y Temperatura (T) de la canopia: mediante un datalogger Hobo Pro v2.

El Déficit de presión de vapor de agua (D) se calculó como:

$$D = es - [\%HR * es / 100]$$

donde es es la presión de vapor a saturación (kPa):
 $es = 0,6108 \exp[(17,27 * T) / (T + 237,3)]$

Rendimiento: kg/pl de uva producida, SFEP (superficie foliar expuesta potencial).

(*) FTSW = fracción del agua en el suelo transpirable

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ψ_B de la Lira medido el **21/Feb** fue menor al registrado por la Espaldera (Figura 2), alcanzando un valor de **-0,38 MPa**, lo que implica un déficit hídrico moderado. No hubo diferencias en ψ_B entre las arquitecturas el **13/Mar**, pero los valores fueron mayores que la fecha anterior. El Ψ del **21/Feb** 12hs y **13/Mar** 15hs, fue menor en la Lira

(Figura 2). La menor E_h en la Lira en la primera fecha se debe a que presenta una g_s menor que la Espaldera (Figura 3).

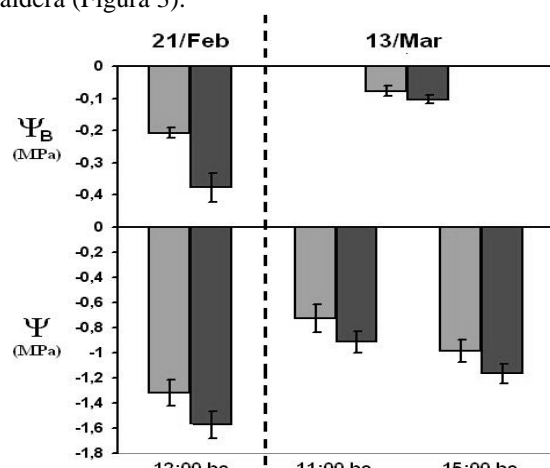


Figura 2: Potencial hídrico de base (Ψ_B) (arriba) y potencial hídrico activo (Ψ) (abajo) de hojas, según fecha y hora de determinación. **Barras Claras:** Espaldera. **Barras oscuras:** Lira Abierta. Barras de error: IC ($t_{\alpha/2}$); $\alpha = 0,05$; $n = 10$

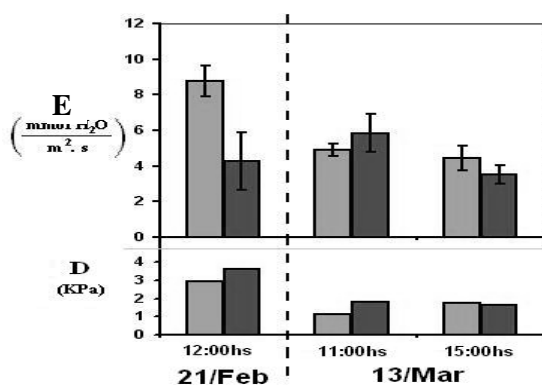


Figura 3: Arriba: Tasa transpiratoria (E_n) de hojas a las cuales le incidía un FFFA $> 1000 \mu E.m^{-2}.s^{-1}$. Abajo: Déficit de presión de vapor de agua (D) en KPa . Según fecha y hora de determinado. **Barras Claras:** Espaldera. **Barras oscuras:** Lira Abierta. Barras de error: IC ($t_{\alpha/2}$); $\alpha = 0,05$; $n = 20, 8, 16, 13, 11, 19$ de izq. a der.

El cierre estomático explica el bajo valor de F_N registrado el mismo día (Tabla 1). La correlación entre g_s y F_N fue de $r^2 = 0,71$. No existieron diferencias en F_N , E_h y g_s , entre los sistemas de conducción el 13/Mar (Figura 3, Tabla 1).

Los valores de E_h de la Espaldera no aparecen limitados por g_s . Las variaciones en las dos fechas responden al valor de D (Figura 3, Tabla 1). El D de la Lira fue siempre mayor o igual que el registrado en la Espaldera (Figura 3). En todas las situaciones, existió una tendencia a que la EUA de la Lira fuera menor, más aún el 13/Mar 11hs, a pesar que la g_s fuera igual a la Espaldera (Tabla 1). En la Lira menores ψ presentaron menores valores de g_s y F_N . Sin embargo en la Espaldera no se observó la misma asociación, ya que el 12/Feb se registró el menor ψ pero no la menor g_s y F_N . Los valores de F_N se asocian más a los valores de g_s que a los de ψ . La arquitectura

determinó diferencias en el microclima de la canopia, reflejadas en el valor de D .

FECHA	CONDUCCIÓN	F_N ($\mu mol CO_2.m^{-2}.s^{-1}$)	g_s ($mol H_2O.m^{-2}.s^{-1}$)	EUA^* ($\mu mol CO_2 / mmol H_2O$)
21/Feb 12hs	Espaldera	$11,8 \pm 1,5$	$0,21 \pm 0,03$	1,86
	Lira	$6,3 \pm 2,5$	$0,09 \pm 0,04$	1,61
13/Mar 11hs	Espaldera	$12,3 \pm 1,4$	$0,25 \pm 0,03$	3,69
	Lira	$12,4 \pm 2,7$	$0,24 \pm 0,06$	2,89
13/Mar 15hs	Espaldera	$7,9 \pm 2,4$	$0,19 \pm 0,03$	3,10
	Lira	$8,7 \pm 1,5$	$0,16 \pm 0,03$	2,90

Tabla 1: Fotosíntesis neta (F_N), conductancia estomática (g_s) y eficiencia en el uso del agua (EUA) según fecha y hora de determinación. F_N y g_s son de hojas a las cuales le incidía un FFFA $> 1000 \mu E.m^{-2}.s^{-1}$. Los datos (excepto EUA) son expuestos como promedio \pm IC ($t_{\alpha/2}$); $\alpha = 0,05$; $n = 20, 8, 16, 13, 11, 19$ de arriba hacia abajo. * Para EUA se usaron los resultados de todas las hojas medidas

Hay reportes de que el %HR detectado en Lira es similar al registrado al ambiente, mientras que el %HR de la Espaldera es mayor. La Espaldera funciona como un acumulador de vapor de agua. La Lira presentó mayor cantidad de hojas por planta que la Espaldera (3333 y 2777 hojas.pl-1, respectivamente), y mayor superficie foliar expuesta potencial (SFEP) (2,96 y 2,03 $m^2.pl-1$, respectivamente). Considerando la situación hídrica más favorable (13/mar, 11hs), multiplicando $E_h \times SFEP$, el consumo potencial de agua por planta alcanza 17,33 y 9,95 $mmoles H_2O.pl-1.s-1$ (Lira y Espaldera, respectivamente). A igual g_s (13/mar, 11hs), la Lira mostró EUA menor a consecuencia de una mayor E dada por una mayor D . Con esto se justifican los resultados de rendimientos y aptitud enológica de cada sistema de conducción obtenidos en años anteriores Ferrer et al. (2008) y en esta zafra 2008 (datos no presentados).

CONCLUSIONES

La arquitectura de la planta modificó el equilibrio vegetoprodutivo, el microclima de los racimos y la composición de las uvas. La Lira es la arquitectura que mejor se adapta a condiciones de terruños donde no existan restricciones hídricas durante el envero, dado que favorece un mayor consumo de agua y en consecuencia permite alcanzar mejor comportamiento productivo.

REFERENCIAS

- Ferrer, M.; Gonzalez-Neves, G.; Priore, E.; Montaña, A.; Carbonneau, A. 2008. Los componentes de rendimiento, la expresión vegetativa y los indicadores fisiológicos de vitis vinifera cv. Merlot en función de la arquitectura de la planta. Revista Agrociencia. Volumen 12 (1).
- Carbonneau, A.; Cargnello, G. 2003. Architectures de la vigne et systèmes de conduite. La Vigne. 187p.

Ochoa, A.¹; Fernández, K.¹; Mira, J.J.²

¹Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Calle 59A No 63-20. Medellín, Colombia.

²Centro de Investigación del Banano – Cenibanano. Calle 3 Sur No. 41- 65. Medellín, Colombia.

E-mail: aochoaj@unal.edu.co

Palabras clave: El Niño, Clima, Agricultura, Banano.

INTRODUCCIÓN

La climatología de Colombia es modulada fuertemente por el fenómeno El Niño – Oscilación del Sur. Inundaciones, deslizamientos, epidemias, producción de energía y gestión agropecuaria son algunos de los sectores más dependientes de este fenómeno (Poveda et al., 2003; Poveda et al., 2001a, 2001b; Bouma et al., 1997).

En este trabajo se analiza la incidencia del fenómeno ENSO en la producción de banano de exportación en Colombia. El estudio se llevó a cabo para zonas de Urabá y Santa Marta, las dos principales zonas productoras de Colombia. Durante el período de análisis, entre 1990 y 2008, se presentaron 7 ocurrencias de El Niño, 4 de La Niña, y 11 de condiciones normales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis de correlación cruzada entre el rendimiento mensual de la producción de banano de exportación de las zonas de Urabá y Santa Marta desde enero de 1990 hasta diciembre de 2008 (Figura 1), con información suministrada por el Centro de Investigación del Banano (Cenibanano). El diagnóstico del ENSO se hizo utilizando la anomalía de la temperatura superficial del mar (SSTA) en la región Niño 4 del Océano Pacífico obtenida del *Climate Prediction Center* de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* de los Estados Unidos (<http://www.cpc.noaa.gov>).

A partir del diagnóstico del ENSO para cada mes de registro, se estimaron los ciclos anuales de producción en cada zona para cada una de las fases del ENSO (Figuras 3 y 4).

El análisis de correlación se hizo entre el rendimiento (R) en cada zona productiva y la SSTA. Las series de rendimiento fueron estandarizadas previamente para remover el ciclo anual. Se estimaron luego los coeficientes de correlación (ρ) entre las series de SSTA y el rendimiento estandarizado en cada zona con rezagos (L) entre 0 y 24 meses. Con estos cálculos se construyeron los correlogramas cruzados observados en las Figuras 5 y 6.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo anual medio del rendimiento de la producción de banano en las zonas de Urabá y Santa Marta es el que aparece en la Figura 2. En ambas zonas hay dos picos de producción en el año, siendo el primero, alrededor de marzo y abril, muy similar entre ellas, y el segundo, entre

septiembre y octubre, considerablemente mayor en Urabá que en Santa Marta.

La Figura 3 muestra el ciclo anual del rendimiento en Urabá estimado diferenciando las tres fases del ENSO. Es evidente que durante La Niña el rendimiento total del año aumenta; este aumento se presenta muy marcadamente en el primer pico anual de producción, que se hace un poco más alto y mucho largo en el tiempo. El segundo pico de producción en el año también aumenta, pero en menor medida. Análogamente la Figura 4 presenta el ciclo anual según las fases del ENSO para Santa Marta. En este caso también se presenta durante La Niña un aumento en la magnitud y duración del primer pico del año, mientras el segundo permanece prácticamente inalterado.

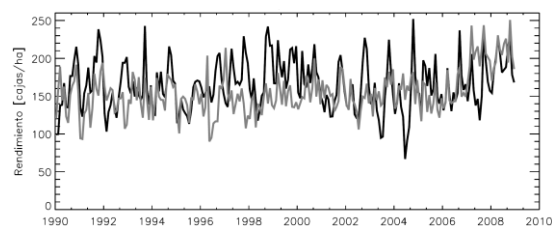


Figura 1. Rendimiento mensual de la producción de banano de exportación en Urabá (línea negra) y Santa Marta (línea gris).

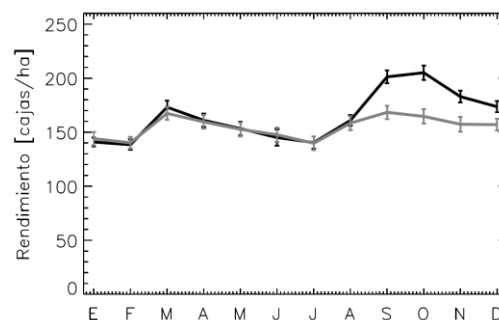


Figura 2. Ciclo anual del rendimiento mensual de la producción de banano de exportación en Urabá (línea negra) y Santa Marta (línea gris)

Durante El Niño la alteración del rendimiento es negativa en ambas zonas, aunque menos fuerte en magnitud que durante La Niña. El Niño se manifiesta en disminución del rendimiento en general, con excepción de los últimos meses del año en Urabá, en los cuales hay un incremento que no es del todo despreciable.

El ENSO puede manifestarse en forma diferida en la producción. Para evaluar este efecto se construyeron los correlogramas cruzados entre la SSTA en la región Niño 4 del Océano Pacífico y el rendimiento en Urabá y Santa Marta (Figuras 5 y 6

respectivamente). Las líneas continuas en los correlogramas representan los límites de Anderson del 95% de confianza (Salas *et al.*, 1980). Los mayores coeficientes de correlación se presentan para un rezago de 4 meses en ambas zonas, siendo mayor el de Urabá, con un valor de -0.34 que el de Santa Marta, de -0.23. El aumento de producción durante La Niña puede explicarse por el aumento en la cantidad de lluvia que estimula la emisión foliar y defiende a las plantas del ataque de la Sigatoka Negra, uno de los principales problemas de la producción de banano en Colombia. Durante El Niño la escasez de agua ralentiza la emisión foliar y las hojas son entonces atacadas por la Sigatoka Negra con mayor intensidad.

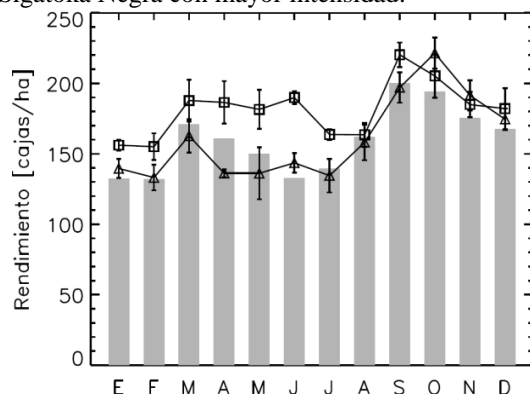


FIGURA 3. Ciclo anual del rendimiento mensual de la producción de banano en Urabá según las fases del ENSO: Normal (barras grises), Niño (Δ) y Niña (\square).

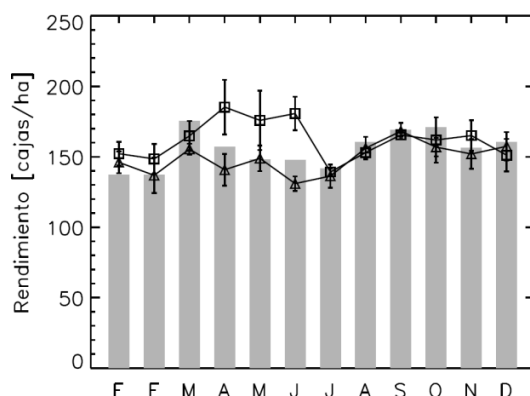


Figura 4. Ciclo anual del rendimiento mensual de la producción de banano en Santa Marta según las fases del ENSO: Normal (barras grises), Niño (Δ) y Niña (\square).

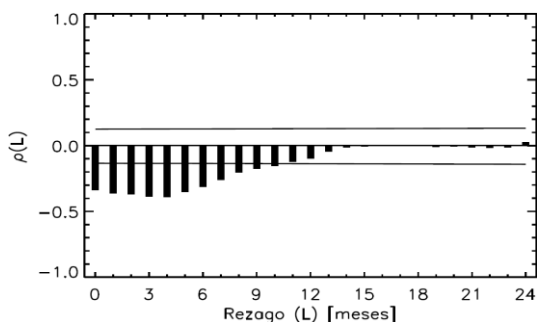


Figura 5. Correlograma cruzado entre el rendimiento mensual estandarizado en Urabá y la SSTA en la región Niño 4. Las líneas continuas representan los límites de Anderson del 95% de confianza.

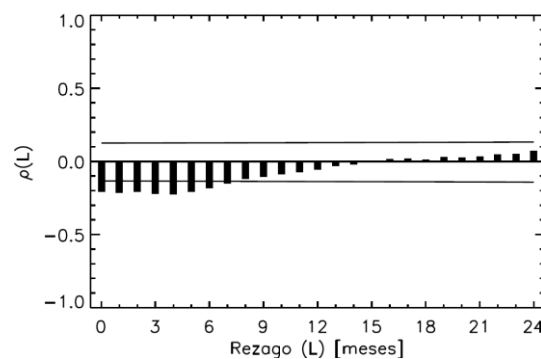


FIGURA 6. Correlograma cruzado entre el rendimiento mensual estandarizado en Santa Marta y la SSTA en la región Niño 4. Las líneas continuas representan los límites de Anderson del 95% de confianza.

CONCLUSIONES

El fenómeno ENSO altera el rendimiento de la producción de banano de exportación en las dos principales zonas para esta actividad en Colombia. Durante La Niña se presenta un aumento generalizado de la producción, concentrado en el primer pico de producción del año. Durante El Niño el efecto es negativo aunque menos fuerte, con excepción del final del año en Urabá, donde se presente un aumento de producción.

La reacción de los cultivos al ENSO es un proceso dinámico que posee una memoria fuerte, como lo demuestran los correlogramas con decaimiento lento. Esta característica tiene un potencial importante para el desarrollo de modelos de pronóstico que permitan optimizar las estrategias de gestión de la agricultura en Colombia.

REFERENCIAS

- Bouma, M., G. Poveda, W. Rojas, M.L. Quiñones, J. Cox y J. Patz. 1997. Predicting high-risk years for malaria in Colombia using parameters of El Niño-Southern Oscillation. *Trop. Med. Int. Health*, 2, 1122-1127.
- Poveda, G., O.J. Mesa y P.R. Waylen. 2003. Non-Linear Forecasting of River Flows in Colombia Based Upon ENSO, and its Associated Economic Value for Hydropower Generation. pp. 351-372. En: Diaz, H.F. y B. Morehouse (ed.). *Climate and Water: Transboundary Challenges in the Americas*, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holanda.
- Poveda, G., A. Jaramillo, M.M. Gil, N. Quiceno y R. Mantilla. 2001. Seasonality in ENSO related precipitation, river discharges, soil moisture, and vegetation index (NDVI) in Colombia. *Water Resour. Res.*, 37(8), 2169-2178.
- Poveda, G., W. Rojas, I.D. Vélez, M. Quiñones, R.I. Mantilla, D. Ruiz, J. Zuluaga y G. Rua. 2001. Coupling between Annual and ENSO timescales in the malaria-climate association in Colombia. *Environ. Health Persp.*, 109, 489-493.
- Salas, J.D., J.W. Delleur, V. Yevjevich y W.L. Lane. 1980. *Applied Modeling of Hydrologic Time Series*. Water Resources Pubns. Littleton (CO), USA. 484 p

HORAS DE FRÍO REALES Y ESTIMADAS: COMPARACIÓN ENTRE SEIS MÉTODOS DE CÁLCULO

Pardi, H.M.; Asborno, M.D.

Climatología y fenología Agrícola. Dto. Ambiente y Recursos Naturales. Fac. de Cs. Agrarias y forestales, UNLP. Calle 60 y 119, CP1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: martinpardi@agro.unlp.edu.ar

Palabras clave: horas de frío, situaciones hídricas, agua del suelo.

INTRODUCCIÓN

La dosis de enfriamiento, exigencias en frío, se presentan comunes a un grupo de frutales perennes de follaje caduco (criófilos), y hace posible la normal rotura del descanso invernal, se cuantifica actualmente mediante las unidades de frío acumuladas durante la termofase negativa. Su valoración cuantitativa se generaliza después de las investigaciones de Nightingale & Blake (1934 a y b, citado por Damario, 1968), quienes determinaron los 7°C como la temperatura mínima de crecimiento para ramitas de durazneros y manzanos. Este valor térmico es mundialmente aceptado como límite medio para el cómputo de las horas de frío (HF). En las plantas criófilas el período de descanso normal transcurre desde la caída de las hojas en otoño hasta la iniciación de la actividad vegetativa en primavera. El tiempo comprendido entre el 1/5 y el 30/9 se considera como el período normal de reposo sin actividad visible y de acumulación de HF.

Desde el punto de vista agroclimático las HF acumuladas durante ese período se denominan efectivas y constituyen un índice adecuado para evaluar las disponibilidades de enfriamiento de los distintos lugares (Damario, 1968).

Posteriormente, con el mayor conocimiento del efecto biológico de diferentes niveles de temperatura, se introdujeron ajustes en la forma de computar la cantidad de enfriamiento exigido (Damario y Pascale, 1995). Entre ellos, las "unidades de enfriamiento" (Richardson et al., 1974), el método de Weinverger, la fórmula de Mota, la propuesta por Sanchez – Capuchino y el cálculo de Crossa Reynaud (Elias Castillo & Castelví Sentis, 1996), el método de aproximación de valores climáticos medios mensuales a unidades de frío (Damario y Rodríguez, 1991), resultan de valor significativo.

La aplicación de estos métodos de estimación se fundamenta en la definida relación de dependencia existente entre el cómputo directo y algún parámetro térmico de medición corriente.

En el presente trabajo se emplean fórmulas estimativas de HF, basadas en distintos parámetros térmicos, y se comparan con cómputos directos para los mismos períodos, con el objetivo de contribuir al conocimiento y detectar un método de cálculo confiable para su aplicación en La Plata.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se dispuso de una base de datos diarios de temperaturas máximas y mínimas extremas y temperaturas medias mensuales de La Plata, registradas durante 16 años en Estación Experimental Hirschhorn de la FCAyF (UNLP). Con los valores diarios de temperaturas máximas y mínimas extremas se calculó la cantidad de HF disponibles ($t \leq 7C$) a través de las fórmulas de Crossa-Reynaud y Sánchez-Capuchino. A partir de los valores de temperaturas medias de los meses invernales se calcularon las HF mediante el método de Weinberger, R.H. Sharde y de la fórmula de Mota. Con datos horarios de la serie se estimaron las U.E. de Richardson y se contabilizaron las horas de frío efectivas reales (HFER).

Los meses de mayo y septiembre fueron incluidos en los cálculos por presentar temperaturas medias mensuales inferiores a 14°C. Damario y Pascale (1997) consideran a los meses con temperatura media $\leq 14^{\circ}C$ como de acumulación efectiva.

Los datos obtenidos se sometieron al análisis de la varianza y se empleó el test de Fisher para determinar la similitud de los valores medios. Asimismo, se calcularon los coeficientes de correlación entre el número de HFE registradas y las computadas por las fórmulas y métodos señalados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se volcaron las HFER y estimadas para La Plata. Entre las últimas se obtuvieron diferencias máximas de 999 HF entre los valores medios obtenidos por distintos métodos para un mismo año (2008) y mínimas de 442 HF (2005). Mientras que, las diferencias máximas para un mismo método fueron 994 (Richardson UE) y mínima de 389 HF (de Mota).

Con respecto a los valores reales, los años analizados mostraron variaciones con diferencias máximas de 702 HF. Los valores medios y sus coeficientes de variación para datos reales y estimados se expresan en la tabla 1.

El grado de asociación detectado entre el cómputo directo (HFER) y los métodos estimativos aplicados sobre la misma serie de datos (figura 1) permitió determinar coeficientes de correlación más alto ($r=0.89$) y más bajo ($r=0.01$), para las fórmulas de Crossa-Reynaud y de Mota, respectivamente.

Una característica de la disponibilidad de HF mensuales es su gran variación entre los años, con coeficientes (CV) que oscilaron entre 9.18 y 25.6%, resultando más altos que los hallados por Beltrán *et al* (1997): 0.1 a 4.1%).

Tabla 1: Valores medios y coeficientes de variación para HFER y estimadas en La Plata.1990-2009.

	Wei	Mot	Shar	Rich	Cro	San	HFER
HF	856	825	1327	1105	693	1038	729
CV	17.65	9.99	9.18	25.64	22.34	22.40	22.03
r	0.82	0,01	0,30	0,03	0,89	0,16	1,00

Referencias: Wei: Weinberger, Mot: Mota, Shar: Sharde.

Rich: Richardson (UE: unidades de enfriamiento).

Cro: Crossa-Reynaud, San: Sánchez-Capuchino.

Cv coef de variación del método r=coef de corr.

En la figura 2 se trazaron las curvas de variación interanual de HFER vs. temperatura mínima media (tmm) para los mismo años. La mayor inflexión (menor disponibilidad de HFER) se corresponde con el año en que se registró la mayor tmm. Asimismo, el mayor número de HFER se asocia al año de menor tmm. Esta relación puede resultar de utilidad para el estudio de cambios climáticos (modelos de simulación), y emplearse para corroborar dichos cambios, cuando el computo de HFER se realice con base horaria, o bien cuando se estimen las HF por el métodos de Crossa-Reynaud.

El mayor conocimiento sobre la disponibilidad de HF puede contribuir en la toma de decisión de plantación de frutales criófilos y a los fitotecnistas en la obtención de genotipos con exigencias adaptadas a la disponibilidad regional.

La disminución de HF respecto a la media de una serie de años, como la observada para el año 2000, podría alcanzar niveles de insatisfacción respecto a la exigencia de ciertos cultivares

criófilos y ocasionar consecuentes anomalías fenológicas y fenométricas que afectan la producción normal.

CONCLUSIONES

El método de Crossa-Reynaud fue, entre los estudiados, el que presento el mejor ajuste con el cómputo de HFER registradas en La Plata.

La relación inversa encontrada entre las HFER y la temperatura mínima media sugiere que las primeras podrían utilizarse para la comprobación de cambios climáticos detectados por modelos de simulación.

REFERENCIAS

Beltran, A.; Damario, E.A.; Pascale, A.J. Comprobación de un método para la estimación de las unidades de enfriamiento de Richardson para estudios agroclimáticos. 7° Reunión Argentina y 1° Latinoamericana de Agrometeorología, Buenos Aires, p. 69. 1997.

Coville, F.W. The influence of cold in stimulating the growth of plants. *Journal Agricultural Research*, XX (2):151-160. 1920.

Damario, E.A. Carta estimada de horas de frío en la República Argentina. *Revista de la Fac. de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires*, 17 (2):25-38. 1968.

Damario, E.A.; Pascale, A.J. Nueva carta agroclimática de Horas de Frío en la Argentina. *Rev. de la Fac. de Agronomía, Univ. Bs. As.*, 15 (2-3):219-225. 1995.

Damario, E.A.; Pascale, A.J. Disponibilidad agroclimática de "horas de frío" en la Argentina hacia el año 2050. 7° Reunión Argentina y 1° Latinoamericana de Agrometeorología, Buenos Aires, p. 21. 1997.

Elias Castillo, F. & Castelvi Sentis, F. *Agrometeorología*. Capítulo 8: Cálculo de horas de frío, pág.: 215-219. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Mundi-Prensa, España, 517 p. 1996.

Richardson E.L., S.D. Seeley & D.R. Walter. 1974. A model for estimating the completion of rest for Red haven and Elverta peach trees. *Hort Sc.* 9(4): 331-332.

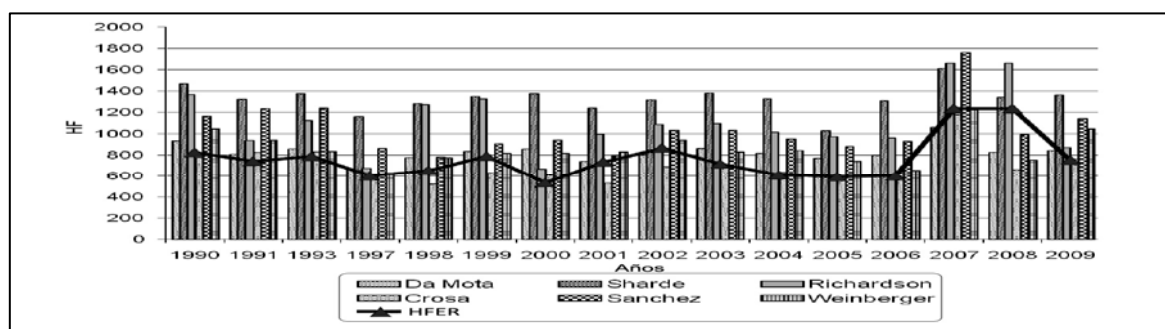


Figura 1: Horas de frío efectivas reales y estimadas por 6 métodos para La Plata (Pardi y Asborn, 2010)

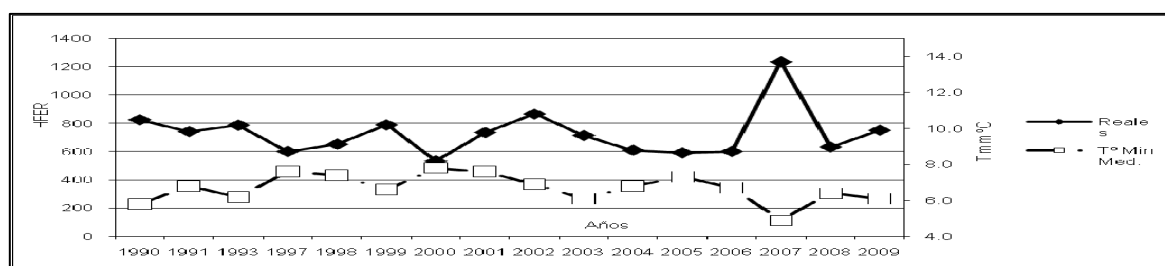


Figura 2: Horas de frío efectivas reales y temperatura mínima media (mayo-setiembre)

de Paula, V.A.¹; Bergamaschi, H.¹; Bosco, L.C.¹; Silveira Cardoso, L.¹; Correa Brauner, P.¹; Casamali, B.¹; Santos, V.R.¹; Marodin, F.A.¹; Medeiros Del Ponte, E.²

¹Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsistas do CNPq. Caixa Postal 15.100, CEP 91501.970, Porto Alegre, RS.

² Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

E-mail: vivianeadp@yahoo.com.br

Palavras chave: molhamento foliar; tela antigranizo.

INTRODUÇÃO

A duração do molhamento foliar (DMF), provocada por orvalho, neblina, chuva ou irrigação, e a temperatura do ar são as variáveis que mais influenciam a maioria dos fitopatossistemas (Huber e Gillespie, 1992). Elas são utilizadas como variáveis de entrada em modelos e sistemas de alerta de algumas doenças da macieira, como alternaria (*Alternaria mali*) e sarna da macieira (*Venturia inaequalis*). A cultura da macieira tem grande importância econômica no Sul do Brasil. No entanto, a ocorrência de doenças é fator limitante, sendo a sarna da macieira a principal delas. A temperatura é facilmente monitorada, mas DMF é de difícil medição ou estimativa, pois se relaciona às variáveis atmosféricas e também às propriedades ópticas da superfície e ao microclima (Madeira *et al.*, 2002). O microclima de uma cultura é influenciado por fatores como área foliar, arquitetura das plantas, arranjo das plantas, dentre outros (Sentelhas, 2004). Esses fatores controlam a interceptação e o balanço de radiação, determinando os regimes de temperatura, umidade e vento dentro das culturas que, por sua vez, influenciam a duração do molhamento no perfil do dossel (Huber e Gillespie, 1992). Apesar do desenvolvimento de precisos sensores eletrônicos para medição da DMF e de métodos para sua estimativa, sua variabilidade em diferentes cultivos não tem sido extensivamente estudada. Medindo-se DMF nas culturas é possível identificar as posições em que ela é mais longa e, portanto, mais indicadora da ocorrência de doenças. Para a macieira existem poucos trabalhos de avaliação espacial da DMF, e nenhum para as condições predominantes de cultivo no Rio Grande do Sul. Trabalhos anteriores, como de Batzer *et al.* (2008) e Sentelhas (2004) foram desenvolvidos em locais com climas específicos. Também, a densidade e o sistema de condução da cultura são diferentes daqueles que predominam nas regiões de cultivo do Rio Grande do Sul.

Este trabalho objetivou determinar a posição de maior DMF em pomares de macieiras com e sem cobertura por tela antigranizo, em Vacaria, no Rio Grande do Sul, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em pomar comercial de 10 anos, no Município de Vacaria,

RS (930 m altit., 28°22'S e 50°50'W) de outubro de 2009 a março de 2010. O clima da região é Cfb (classificação de Köppen). Utilizou-se a cultivar de macieira 'Royal Gala', sobre porta-enxerto M9, em espaçamentos de 1,0 x 3,5 m, com fileiras direcionadas em norte-sul, e condução em líder central com apoio. Foram utilizadas duas quadras distanciadas em 15m, sendo uma conduzida em céu aberto (descoberto) e a outra com cobertura de tela antigranizo (coberto) de malha preta (4x7 mm). Em cada ambiente, foram instalados sensores para monitoramento micrometeorológico. A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente, velocidade do vento, saldo de radiação e precipitação pluvial foram medidas acima dos dosséis descoberto e coberto (debaixo da tela). Temperatura e umidade relativa do ar (obtidas por psicrômetros de pares termoeletrônicos) e duração do molhamento foliar (DMF, obtida por sensores Campbell 237-L) foram medidas no terço superior dos dosséis descoberto e coberto (abaixo da tela) e nos terços médio e inferior dos mesmos, em ambos os ambientes. Os sensores de DMF foram instalados numa inclinação de 45° e voltados para sul. Todos os sensores foram conectados a sistemas automáticos de aquisição de dados, com leituras a cada 30 s e médias armazenadas a cada 30 min. Foi comparada a DMF (h dia⁻¹) entre estratos no dossel de plantas (superior, médio e inferior), nos dois ambientes (coberto e descoberto) e entre ambientes para o mesmo estrato na planta. A variabilidade de DMF dentro e entre ambientes foi avaliada por desvio padrão (SD), coeficiente de variação (CV%), diferença média (DM) e teste t para dados pareados. Os dados de DMF dentro e entre ambientes foram avaliados pelos índices estatísticos: coeficiente de correlação (r), coeficiente de determinação (r²) e índice de concordância de Willmot (D).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Predominantemente, no terço inferior do dossel no pomar em céu aberto (descoberto) a duração do molhamento foliar (DMF) foi maior que no meio do dossel, no qual ela foi maior que no terço superior, como se visualiza na Figura 1. No pomar coberto por tela antigranizo o padrão foi similar, mas as diferenças de DMF entre estratos no dossel foram menores que no pomar em céu aberto (Figura 1). A DMF média do período avaliado decresceu na seqüência dos estratos inferior, médio e superior do dossel, em ambos pomares coberto e descoberto. No pomar descoberto DMF média foi

significativamente diferente entre todos os estratos (Tabela 1). As médias de DMF no pomar coberto não apresentaram diferença significativa na comparação entre os terços médio e inferior do dossel (Tabela 1). Estes resultados tiveram sequência contrária daquelas encontradas por Sentelhas (2004) e Batzer *et al.* (2008), para os quais DMF foi maior no estrato superior do dossel. As diferenças entre os resultados deste trabalho e os obtidos pelos autores podem ser atribuídas, sobretudo, a diferenças estruturais dos dosséis e, conseqüentemente, microclimáticas. No pomar coberto a DMF foi, em média, maior que no pomar descoberto, para todos estratos no dossel. A DMF nos terços superior e médio dos dosséis diferiram significativamente entre ambientes (Tabela 1). No entanto, no terço inferior do dossel não houve diferenças significativas entre ambientes. As medidas de DMF foram precisas (coeficiente de determinação, r^2), acuradas (índice de concordância de Willmot, D) e correlacionadas entre si (coeficiente de correlação, r), entre estratos do dossel, dentro de cada ambiente, e para um mesmo estrato do dossel, entre ambientes. Estes índices foram mais elevados no pomar coberto, que também apresentou menor coeficiente de variação de DMF entre os estratos do dossel. Entre ambientes não houve diferenças entre médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar, num mesmo estrato do dossel. No entanto, a radiação solar incidente e a velocidade do vento foram reduzidas em cerca de 40% pela cobertura. As alterações microclimáticas associadas à cobertura do pomar podem contribuir para uma maior similaridade de DMF entre diferentes estratos do dossel coberto. Também, a maior DMF neste ambiente pode estar associada a estas modificações.

CONCLUSÕES

A duração do molhamento foliar (DMF) foi predominantemente maior no terço inferior do dossel de macieiras, tanto em pomar coberto por tela antigranizo como em céu aberto. No pomar coberto as diferenças de DMF entre estratos do dossel foram menores. Em geral, DMF foi maior no pomar coberto que em céu aberto, mas sem diferenças significativas para o terço inferior do dossel.

Tabela 1. Duração do molhamento foliar (DMF) média em dosséis de macieiras em céu aberto (D) e coberto por tela antigranizo (C), em Vacaria-RS.

Estrato do dossel	C		D	
	C	D	C	D
Superior	13,2 b	12,3 c	13,2A	12,4B
Médio	13,8 a	12,7 b	13,8A	12,8B
Inferior	13,9 a	13,5 a	13,9A	13,8A

Médias seguidas na coluna pela mesma letra minúscula e na linha pela mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro

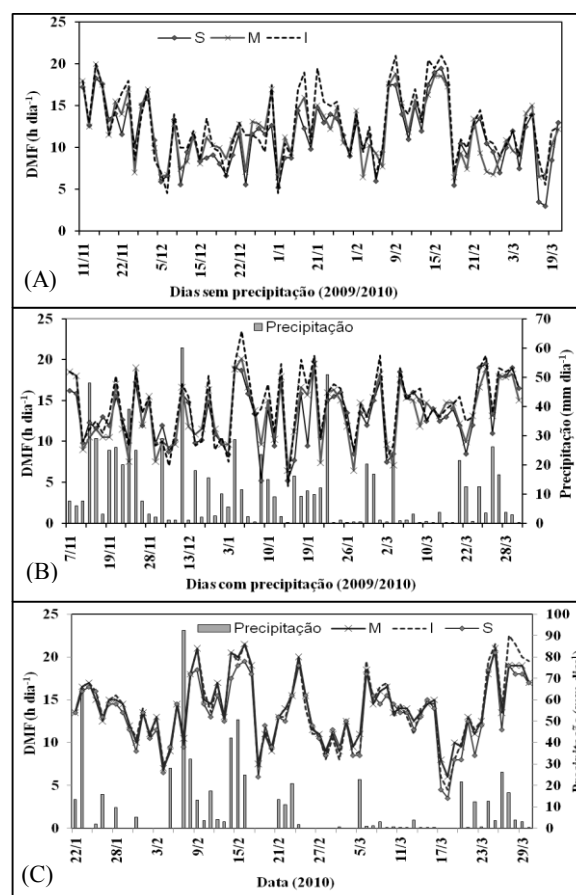


Figura 1. Precipitação pluvial e duração do molhamento foliar (DMF) nos terços médio (M), inferior (I) e superior (S) de pomares de macieiras em céu aberto (A e B) e coberto por tela antigranizo (C), em Vacaria-RS, Brasil.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da UFRGS.

REFERÊNCIAS

- Batzer, J. C.; Gleason, M. L.; Taylor, S. E.; Koehler, K. J.; Monteiro, J. E. B. A. 2008. Spatial Heterogeneity of Leaf Wetness Duration in Apple Trees and Its Influence on Performance of a Warning System for Sooty Blotch and Flyspeck. *Plant Disease*, v. 92, n. 1, p. 164-170.
- Huber, L., and Gillespie, T. J. 1992. Modeling leaf Wetness in relation to plant disease epidemiology. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 30, p.553-577.
- Madeira, A.C.; Kim, K.S.; Taylor, S.E.; Gleason, M.L. 2002. A simple cloud-based energy balance model to estimate dew. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 111, p. 55-63.
- Sentelhas, P.C. 2004. Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais de sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith. Tese (Livre-Docência) ESALQ/USP, Piracicaba, 161 p.

GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS DE *Eryngium horridum* Malme EN UN PASTIZAL CON DIFERENTES MANEJO DEL PASTOREO

Pellegrini, A.¹; Heguy, B.²; Vecchio, M.²; Oyhamburu, M.²; Luengo, I.

Departamento de Ambiente y Recursos Naturales. ¹Edafología. ²Forrajicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. CC 31.CP 1900. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: apellegrini@agro.unlp.edu.ar

Palabras clave: Caraguatá, contenido hídrico, alternancia de temperatura.

INTRODUCCIÓN

El Caraguatá (*Eryngium horridum* Malme) es una maleza perenne, ampliamente distribuida por toda América del Sur. En la Depresión del Salado es frecuente su presencia en campos naturales y pasturas. Se reproduce sexual y asexualmente y cada planta puede producir más de 40000 semillas. La germinación de *E. horridum* estaría afectada por diferentes factores climáticos entre ellos la alternancia de temperatura y la luz (Lallana y Maidana, 1992). Es frecuente que las semillas, en el momento de la dispersión, tengan cierto nivel de dormición como para no germinar inmediatamente. La dormición se puede definir como la imposibilidad de germinar por factores internos que tiene una semilla viable en condiciones adecuadas de humedad, temperatura y del ambiente gaseoso. El suelo puede experimentar fluctuaciones diarias más o menos altas de temperaturas en relación a la cobertura del canopeo y variaciones de humedad dependientes de la ocurrencia de las lluvias (Heguy, 2010). El objetivo de este trabajo fue estudiar la germinación del caraguatá en tres situaciones de pastoreo, bajo condiciones naturales, teniendo en cuenta la alternancia de temperatura y la humedad del suelo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en dos establecimientos destinados a la cría de ganado vacuno, ubicados en la localidad de Vieytes partido de Magdalena, Provincia de Buenos Aires (35° 15' S, 57° 37' O). El primero pertenece a la Universidad Nacional de La Plata, en el que se seleccionó un potrero donde se utilizó el método de pastoreo rotativo con tiempos de permanencia muy cortos. En el otro establecimiento, cercano al anteriormente citado, utilizaron históricamente el método de pastoreo continuo. Los lotes seleccionados fueron pastoreados con similares categorías de animales, con una carga de 0,8 a 1 EV ha⁻¹. En el año 1999 se instaló una parcela de clausura, cercana al potrero con manejo rotativo. Por lo tanto quedaron establecidos tres tratamientos: un potrero con método de pastoreo rotativo (R), otro potrero con método de pastoreo continuo (CO) y otro una Clausura (CL). El ambiente de los tratamientos pertenece principalmente al definido como comunidad B, la

que se caracteriza por formar isletas dominadas por *Stipa charruana*, *Danthoni montevidensis* y *Eryngium ebracteatum*, aunque también son frecuentes *Paspalum dilatatum*, *Bothriochloa laguroides* y *Piptochaetium bicolor* (León et al., 1979). Los suelos sobre los cuales se realizó el estudio son *Argiudoles Vértico* (USDA, 2006). El clima de la región es templado húmedo sin estación seca y con verano cálido. La precipitación media anual es de 900-1000 mm, concentrándose la mayor cantidad de lluvias en el semestre cálido, pese a esto los balances hídricos muestran situaciones de deficiencia en dicho período; no así durante el resto del año.

En cada tratamiento se realizó la curva de retención hídrica, utilizando equipo de placa a presión (Richards, 1965) a 30 kPa, 101 kPa, 304 kPa, 608 kPa y 1520 kPa. Se extrajeron muestras de suelo para determinar la humedad en las siguientes fechas: 12/3/2009; 7/04/2009; 24/04/2009; 07/05/2009 y 05/03/2010; 09/04/2010; 23/04/2010 y 11/05/2010 para cada tratamiento, con cinco repeticiones. Durante los meses de marzo y abril de los dos años evaluados, se registró la temperatura del suelo a 5 cm de profundidad dos veces por día, a las 6 am y 6 pm. Por diferencia entre los dos valores, se calculó la amplitud térmica diaria en el suelo. También se obtuvieron los registros de las precipitaciones, tomadas en el Establecimiento El Amanecer (UNLP), de otoño del 2009, 2010 y promedio de los últimos 10 años. Posteriormente en cada sitio se contabilizó la germinación en 5 parcelas de 0,25 m², tomando como indicador la emergencia de los cotiledones en superficie, desde marzo hasta mayo, asimismo se registró la altura del canopeo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las curvas de retención hídrica (tabla 1) se determinó la tensión a que estaba retenida el agua en los distintos manejos. Los resultados de la tabla 2 para el año 2009 muestran en la primera fecha de determinación que todos los tratamientos se encontraban con contenidos de humedad a tensiones próximas a 101 kPa. En las determinaciones siguientes se registra una marcada disminución del contenido hídrico, llegando en los 3 sitios al 7/5/2009, al almacenaje de agua a tensiones superiores al Punto de Marchites Permanente (1520 kPa).

Tabla 1. Retención hídrica (%) en las tres situaciones de pastoreo

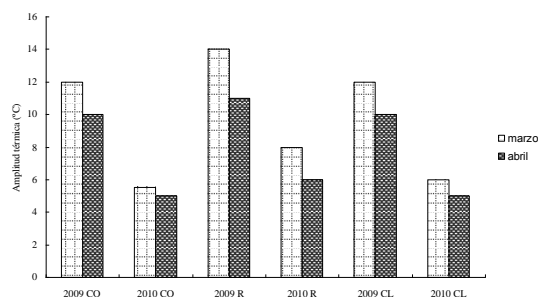
	30 kPa	101 kPa	304 kPa	608 kPa	1520 kPa
Rotativo	34,6	27,1	22,3	20,6	16,5
Continuo	34,5	25,3	21,5	17,9	14,1
Clausura	36,8	27,4	21,0	18,9	15,4

En el año 2010 la situación se revierte (tabla 2). En la CL el suelo siempre se situó con humedad superior a la capacidad de campo (30 kPa). En R y CO para el muestreo de marzo el contenido de humedad se encontró por debajo de la tensión de 30 kPa. Al 9/4 el contenido de humedad baja a tensiones entre 101 y 304 kPa, para luego superar el contenido de agua de la capacidad de campo.

Tabla 2. Agua retenida (%) para cada uno de los tratamientos en diferentes fechas desde marzo a mayo de los años 2009 y 2010.

AÑO 2009				
Manejo	12/03	07/04	24/04	07/05
Rotativo	25,3	22,8	14,5	10,4
Continuo	27,1	22,0	14,2	11,7
Clausura	27,4	21,8	16,3	11,4
AÑO 2010				
Manejo	05/03	09/04	23/04	11/05
Rotativo	39,7	22,0	49,2	33,3
Continuo	48,9	23,9	50,9	37,4
Clausura	53,0	36,7	55,0	42,1

La amplitud térmica registrada en el suelo a 5 cm de profundidad fue mayor en el tratamiento R, alcanzando valores promedios de 14°C en el mes de marzo y 11 °C en abril de 2009; mientras que en marzo del 2010 fue de 8°C y en abril 6 °C (Figura 1). En los tratamientos CO y CL la amplitud térmica promedio fueron similares: en el 2009 de 12°C y en el 2010 6°C, respectivamente.

**Figura 1:** Amplitud térmica (°C) promedio del suelo a 5 cm de profundidad durante los meses de marzo y abril de 2009 y de 2010 en los tratamientos con pastoreo Rotativo (R), con pastoreo Continuo (CO) y Clausura (CL).

La precipitación registrada durante el otoño del 2009 y del 2010 fue de 167 mm y de 315 mm respectivamente, siendo el primer valor significativamente inferior a los 269 mm de

precipitación promedio de los últimos diez años de la citada estación.

La altura del canopeo, durante el 2009, en todos los sitios relevados fue de 3 cm con excepción de la CL donde alcanzo a 20 cm. En el 2010 la CL y el R tuvieron una altura superior a los 20 cm pero predominaba la presencia de mucho material muerto en pie en la CL. Por el contrario en el CO la altura no superaba como valor promedio los 5 cm.

En el otoño del 2009 no se registró germinación de caraguatá en ninguno de los tres tratamientos. En el año 2010 solo se registró germinación en el tratamiento CO y en CL. La ausencia de germinación durante el otoño del 2009 estaría asociada a la falta de humedad en el suelo. Condición que se revirtió durante el 2010 y permitió, junto a la alternancia de temperatura, brindar las condiciones adecuadas para la germinación de la semilla en ambos tratamientos. En el tratamiento R, si bien las condiciones de humedad y alternancia de temperatura fueron favorables, durante el otoño del 2010, posiblemente la mayor altura del canopeo, asociado al manejo del pastoreo, afectaría la posibilidad de germinación por deficiencia de luz.

CONCLUSIONES

Estos resultados muestran que las semillas de caraguatá necesitan para germinar condiciones de humedad y alternancia de temperatura. Condiciones extremas de sequía determinan la ausencia de germinación. La altura del canopeo, determinado por el manejo del pastoreo, modificaría la cantidad de radiación que recibe la semilla, afectando la emergencia de cotiledones.

REFERENCIAS

- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 2006. "Claves para la Taxonomía de Suelos". NRCS (Servicio de Conservación de Recursos Naturales). Décima Edición. 3392 pp.
- Heguy, B. 2010. Caracterización de la aptitud germinativa de las semillas de *Eryngium horridum* Malme presentes en el banco de suelo de un pastizal templado de la Argentina. Tesis para optar el grado de Especialista en producción animal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Lallana, V. H. y Maidana, A. 1992. Evaluación de la germinación de *Eryngium paniculatum* Cav. et Domb. ("Caraguatá"). Actas XIX Reunión Argentina de Fisiología vegetal. Córdoba. Resumen ampliado. pp. 155-156.
- León, R. J. C.; Burkart S E. y Movia, C.P. 1979. Relevamiento Fitosociológico del pastizal del norte de la Depresión del Salado. Vegetación de la República Argentina. *Serie Fitogeográfica* N° 17 INTA, 90 p.
- Richards, S. J. 1965. Soil suction measurement with tensiometers. In Black, C. A. Ed. *Methods of soil analysis. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling.* Madison, Wisc., American Society of Agronomy. Pp 153-156. (Agronomy Series n° 9).

REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y CALIDAD DE GRANO EN GENOTIPOS DE ARROZ EN DISTINTAS ZONAS DE CULTIVO

111

Pinciroli, M.; Bezus, R.; Scelzo, L. J.; Vidal, A. A.

Programa Arroz, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. cc 31 (1900) La Plata, Bs.As. Argentina.

E-mail: lacfa@agro.unlp.edu.ar

Palabras clave: acumulación calórica, calidad, *Oryza*.

INTRODUCCIÓN

El arroz es el principal alimento para al menos el 60% de la población mundial y el único cereal utilizado como grano entero. Por este motivo la calidad es la base del valor económico y está determinada por el rendimiento industrial (Jodari and Linscombe, 1996). Factores climáticos como temperatura del aire y precipitaciones ocurridas durante el periodo de llenado del grano tienen una importancia preponderante sobre parámetros que definen la calidad del grano de arroz. La variación diaria de la temperatura del aire es uno de los principales factores que contribuyen a modificar el ciclo de los cultivares (Infeld *et al.*, 1998). En el momento previo a la cosecha, un período de baja humedad relativa seguido de un rápido incremento próximo a saturación, genera tensiones produciendo un estrés en el endosperma de la semilla causando fisuras y por lo tanto roturas durante la molienda (Bautista *et al.*, 1998). La temperatura de gelatinización y el contenido de amilosa están parcialmente bajo control genético aunque factores ambientales durante el llenado, en especial, la temperatura del aire afecta marcadamente su expresión.

El objetivo de este trabajo fue comparar los requerimientos climáticos y la calidad de grano de arroz en dos ambientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron ensayos durante la campaña 2008/09 en dos localidades argentinas: La Plata (Lat.: 34° 52'S y Long.:57°57'W), provincia de Buenos Aires, una localidad considerada subóptima desde el punto de vista de la oferta ambiental y Urdinarrain (Lat.: 32°41'S y Long.: 58° 53'W) provincia de Entre Ríos, ubicada en la zona sur de cultivo. Se sembraron los genotipos Don Ignacio, Don Justo, Cambá, Yerua y H321-11-1-2-3 en el mes de octubre con una densidad de 350 plantas.m⁻². Los ensayos se condujeron bajo inundación. Se controlaron las malezas con aplicaciones de Bispyribac sodio. La cosecha fue manual, los granos se secaron en estufa a 41° C hasta 13,5 % de humedad. El diseño fue bloques al azar con tres repeticiones. Se registraron las temperaturas medias diarias en abrigo meteorológico (TMD) y las fechas de emergencia, panojamiento y madurez. Se calculó la acumulación calórica por el Método Residual de Brown, tomando como temperatura base 10 °C

para los períodos: emergencia-panojamiento (E-P) y panojamiento-madurez (P-M). Las TMD fueron comparadas por la Prueba de t. Se determinaron los siguientes parámetros de calidad del grano: rendimiento industrial como porcentaje de grano total (GT) y porcentaje de grano entero (GE) utilizando un molinillo tipo Universal Guidetti & Artioli; peso de mil granos (PMG), porcentaje de panza blanca (PB), temperatura de gelatinización (AT) (Little *et al.*, 1958), el contenido de amilosa (CA) (Williams *et al.*, 1958 modificada por Juliano, 1971) y manchado (M) como porcentaje de granos con más de un 50% de sus cáscaras coloreadas. Con los datos obtenidos, se realizó un ANOVA multifactor utilizando como fuentes de variación las localidades y los genotipos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las TMD registradas estuvieron dentro de los valores normales para cada localidad, no presentando diferencias entre ambas (Tabla 1).

Tabla 1. Temperatura media mensual durante el período de cultivo (°C).

°C	nov	dic	Ene	feb	mar	abr
U	23,9	23,6	24,8	22,9	22,2	18,3
LP	22,1	21,9	24,6	23,0	21,1	16,8

U: Urdinarrain, Entre Ríos; LP: La Plata, Buenos Aires.

Las fechas de panojamiento de los genotipos ensayados se registraron entre el 23 de enero y el 15 de febrero en LP y entre el 24 de enero y el 8 de febrero en ER. Estas fechas extremas corresponden: la primera para el genotipo más precoz (R1) y la segunda para el más tardío (Don Justo), en ambas localidades. Como se puede observar en el Tabla 2, la acumulación calórica de los diferentes genotipos durante el subperíodo E-P fue similar en ambas localidades y a los observados por Camarini Alves *et al.*, (1997) en el cultivar IAC4440, pero en LP los ciclos se alargaron en un valor promedio de 9 días. Durante el subperíodo P-M la acumulación calórica fue algo superior en U y el ciclo se acortó en 3 días promedio (Tabla 3).

Los parámetros GE, GT, AT y CA no presentaron interacción localidad por genotipo. Si bien el GE no presentó diferencias significativas entre localidades se observó que en LP fue menor en DJ y mayor en Cambá y Yerua posiblemente estos últimos se hayan visto afectados por las intensas precipitaciones registradas en U (209 mm entre el 3 y el 11/03/09) (Bautista *et al.*, 1998) (Tabla 4).

Tabla 2. Acumulación calórica y duración del subperíodo emergencia-panojamiento en ambas localidades.

	GD (°C)		Duración E-P (días)	
	U	LP	U	LP
DI	1243,5	1271,7	86	98
DJ	1325,0	1343,3	93	103
Camba	1267,0	1285,4	88	99
Yerua	1192,5	1190,6	82	92
H321	1124,5	1025,7	78	80
promedio	1230,5	1223,3	85	94

GD: Acumulación calórica, E-P: subperíodo emergencia – panojamiento.

Tabla 3. Acumulación calórica y duración del subperíodo panojamiento-madurez en ambas localidades.

	GD (°C)		Duración P-M (días)	
	U	LP	U	LP
DI	648,0	602,8	52	55
DJ	652,0	572,7	52	53
Camba	648,5	589,1	52	54
Yerua	753,5	695,1	60	62
H321	767,0	790,0	60	64
Promedio	693,8	670,0	55	60

GD: Acumulación calórica, P-M: subperíodo panojamiento-madurez.

Los valores de GT fueron significativamente superiores en LP (Tabla 5). El PMG fue superior en U para DJ, Yerua y H321 (Tabla 4). Las temperaturas algo superiores en esta localidad pueden haber favorecido un correcto llenado de grano.

Tabla 5. Medias de los parámetros AT y CA de los genotipos estudiados en ambas zonas de cultivo.

	GT	AT	CA (%)
<i>Localidades</i>			
U	68,41 b	4,36 a	22,38 a
LP	69,52 a	4,37 a	22,07 a
<i>Genotipos</i>			
DI	70,03 ab	3,07 c	22,62 c
DJ	68,28 bc	2,61 d	25,5 b
Cambá	67,98 c	6,27 a	28,4 a
Yerua	70,58 a	4,97 b	17,4 d
H321	67,95 c	4,93 b	17,2 d

GT: % Grano total; AT: Alcali-test; CA: contenido de amilosa. Letras diferentes representan diferencias significativas (Tukey; $p < 0,05$).

En LP, Yerua presentó mayor M (Tabla 4). El grano de Yerua es grande, demora en llenar y es muy piloso factores que resultan predisponentes a este problema. En los valores de AT y CA no se observaron diferencias entre localidades; sí entre genotipos debidas a las características intrínsecas de cada uno (Tabla 5). Si bien estos parámetros disminuyen al aumentar la temperatura del aire, las diferencias en temperatura registradas en esta campaña no serían suficientes para que se expresen.

Tabla 4. Medias de los parámetros de calidad industrial de los genotipos estudiados en ambas zonas de cultivo.

	GE		PMG		M	
	U	LP	U	LP	U	LP
DI	65,7	65,0	25,7 dA	24,3c A	0,67 bA	2,0 bA
DJ	56,5	53,9	29,2 cA	26,8b B	2,17 bA	5,67 abA
Camba	49,3	57,9	25,9 dA	24,5c A	7,67 aA	4,33 abA
Yerua	56,7	62,5	37,5 bA	34,4a B	2,0 bA	8,17 aB
H321	41,3	40,8	40,14 aA	35,5a B	2,67 bA	5,83 abA

Letras diferentes, minúsculas en las columnas y mayúsculas en las filas, para un mismo parámetro representan diferencias significativas entre localidades.

CONCLUSIONES

Si bien las diferencias climáticas fueron escasas, se observaron diferencias en la calidad en ambas localidades. Los parámetros de llenado de grano resultaron superiores en U, mientras el rendimiento industrial fue mejor en LP. Las variables meteorológicas influyen marcadamente sobre el rendimiento industrial y la calidad del grano de arroz por lo tanto tienen una importante incidencia económica.

REFERENCIAS

- Bautista, R.; Siebenmorgen, T.; Counce, A. 1998. Characterization of individual rice kernel moisture content and size distributions at harvest. *A. A. Es. Research*. (468).
- Camarini Alves, V.; Pedro, M. J. Jr.; Sentelhas, P.C.; Azzini, L.E. 1997. Exigencias térmicas do arroz IAC4440 irrigado. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Universidad de Buenos Aires. FAUBA. Bs. As, 17(143-144).
- Infeld, J.A.; da Silva, J.B.; de Assis, F.N. 1998. Temperatura-base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 6:2(187-191).
- Jodari, F.; Linscombe, S.D. 1996. Grain fissuring and milling yields of rice cultivars as influenced by environmental conditions. *Crop. Sci.* 36 (1496-1502).
- Juliano, B. 1979b. Amylose analysis of rice-A review. Page 251-260 inc: Proc. Workshop on cereal aspects of rice Grain Quality. Int. Rice Res. Inst. Los baños, Philippines
- Little, R.R., Hilder, G.B.; Dawson, E.H. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.* 35:111-126
- Williams, V.R.; WU, W.T.; Tsay, H.Y.; Bates, H.G. 1958. Varietal differences in amylose content of rice starch. *J. Agric. Food Chem.* 6:47-48

Pincirolí, M.¹; Bezus, R.¹; Scelzo, L. J.¹; Martínez, S. B.¹; Vidal, A. A.¹

¹Programa Arroz, ²Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. cc 31 (1900) La Plata, Argentina.

Email: lacfa@agro.unlp.edu.ar

Palabras clave: acumulación calórica, *Oryza*, radiación.

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de arroz la temperatura del agua es uno de los principales factores determinantes del crecimiento y rendimiento en zonas sub-óptimas de cultivo y se manifiesta en numerosos cambios fisiológicos y morfológicos (Shimono *et al.* 2002). Las bajas temperaturas reducen la expresión del macollaje y la tasa de aparición y elongación de las hojas (Shimono *et al.*, 2002). Por otro lado, la temperatura media del aire sumado a la radiación son los principales responsables de la duración de cada fase fenológica de cultivo (Camarini Alves *et al.*, 1997). Además, son afectadas por estreses bióticos y abióticos y también es en este periodo donde se verifica la mayor variación de la temperatura de aire (Infeld *et al.*, 1998). No obstante, conocer el comportamiento fenológico y las exigencias térmicas son importantes parámetros con que cuenta el agricultor para estimar de antemano la fecha de cosecha y planificar las actividades agrícolas (Camarini Alves *et al.*, 1997).

El objetivo del trabajo fue evaluar el requerimiento climático de variedades de arroz cultivados bajo dos sistemas de riego y dos niveles de fertilidad y las características meteorológicas generadas en los biomas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo en La Plata (L 34° 54') utilizando las variedades Don Ignacio y Don Justo pertenecientes al Programa Arroz de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Los sistemas de riego fueron: 1) inundado (tradicional) (I) y 2) regado (R) cuando el nivel de tensión de agua en el suelo alcance aproximadamente -0,03 Mpa. La siembra se realizó con una densidad de 350 plantas.m⁻². Los niveles de fertilidad nitrogenada fueron 0, 30 y 60 kg de N.ha⁻¹ aplicados en forma de urea granular en macollaje. Se controlaron las malezas con aplicaciones de Bispyribac sodio. El diseño fue bloques al azar con tres repeticiones. Se registró la temperatura media normal del aire (h=1,5m) y del suelo (h=-0,05m) y en el canopeo (h=0,5m) y en el suelo (h=-0,05m) en ambos sistemas de riego. Se calculó: 1) la acumulación calórica por el Método Residual de Brown tomando como temperatura base 10 °C, 2) la duración del período emergencia-panojamiento y

3) la radiación fotosintéticamente activa en el entresurco, a 0,10 m del suelo (RC), en diferenciación (fin de macollaje), utilizando Sensor de radiación solar PAR barra BAR-RAD (Cavadevices) expresada en unidades de flujo de fotones. Con estos datos se realizó un ANOVA multifactor y las medias se compararon por el test de Tukey (p<0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como podemos observar en las Tabla 1 y 2, en las condiciones de cultivo planteadas, las temperaturas del canopeo y del suelo en ambos sistemas de manejo de agua fueron superiores a las normales. Diversos autores han observado que en el cultivo de arroz la temperatura del agua es superior a la del aire (Shimono *et al.*, 2002, Shimono *et al.*, 2004); y esa diferencia es mayor en climas templados (Tanaka, 1962). Por otro lado, diferentes autores han encontrado que la situación de estrés hídrico produce un incremento en la temperatura del canopeo (Carraty and O'Toole, 1995; Chauham *et al.*, 1999; Zhang *et al.*, 2007). En este caso la temperatura en R fue inferior a la registrada en I, especialmente en los 20 días anteriores a la fecha media de panojamiento (Tabla 1). Posiblemente el estrés hídrico generado no fue suficiente para elevar la temperatura ambiente del bioma. La amplitud térmica fue superior a la normal en el tratamiento inundado e inferior en el regado tanto en el canopeo como en el suelo (Tablas 1 y 2).

En la Tabla 3 podemos observar los valores de duración y acumulación calórica durante el período considerado. Los mismos, no presentaron interacción significativa tratamiento por variedad, tratamiento por fertilización, ni fertilización por variedad. En el tratamiento inundado tradicional (I) tanto la duración del período emergencia-panojamiento como la acumulación calórica resultaron menores que en el sometido a estrés hídrico (R) (Tabla 3). Las temperaturas superiores (Tablas 1 y 2), sumado a la buena disponibilidad hídrica habrían permitido cumplimentar las exigencias térmicas en menor tiempo.

En ambos sistemas de manejo de riego Don Ignacio resultó una variedad más precoz y con menor exigencia térmica. En esta etapa, la fertilización nitrogenada en macollaje no produjo variaciones en los valores de acumulación calórica ni en los de duración del ciclo.

Tabla 1. Temperatura en la atmosfera

Sistema	TMep	TM20	AP
I	23,2	27,0	14,5
R	22,8	25,3	10,6
normal	21,7	24,4	12,5

Tabla 2. Temperatura en el suelo

Sistema	TMep	TM20	AP
I	23,7	25,4	13,5
R	23,0	24,4	9,1
normal	21,4	23,9	10,6

TMep: temperatura media diaria promedio durante el subperíodo emergencia – panojamiento,
 TM20: temperatura media diaria promedio durante los 20 días anteriores a fecha promedio de panojamiento,

AP: amplitud térmica del subperíodo emergencia – panojamiento.

Tabla 3. Acumulación calórica, duración del ciclo y radiación fotosintéticamente activa (RC) en el subperíodo nacimiento – panojamiento.

	Acumulación calórica (GD)	Duración del ciclo [días]	RC [$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$]
<u>Sistemas de manejo de agua</u>			
inundado	1034,6 b	90 b	759,9 a
regado	1137,4 a	98 a	927,3 b
<u>Variedades</u>			
Don Ignacio	1062,7 b	93 b	891,9 a
Don Justo	1109,3 a	96 a	795,3 a
<u>Fertilización nitrogenada (kg N.ha⁻¹)</u>			
0	1082,4 a	94 a	957,6 a
30	1093,4 a	95 a	878,0 ab
60	1082,1 a	94 a	695,3 b

Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticamente significativas (Test de Tukey; $p < 005$)

Al analizar el RC como radiación fotosintéticamente activa que atraviesa el canopeo, se pudo observar que en R el menor desarrollo del canopeo no permitió registrar diferencias entre variedades (Tabla 3). Posiblemente la menor disponibilidad hídrica, sumada a las temperaturas inferiores registradas en este tratamiento haya restringido el crecimiento. Boonjung and Fukai (1996) han observado que el estrés hídrico especialmente en estadios tempranos, produce una reducción de la materia seca y como consecuencia se modifica la intercepción de la radiación solar. La fertilización nitrogenada modificó la cantidad de luz transmitida. En el tratamiento sin nitrógeno la cantidad de luz que atravesó el canopeo fue mayor que en la dosis mayor de nitrógeno (60 kg N.ha⁻¹), debido a un mayor crecimiento vegetativo en este tratamiento.

CONCLUSIONES

El microclima generado en el sistema tradicional optimiza el desarrollo del cultivo, acortando el ciclo y favoreciendo la producción de biomasa.

Los sistemas alternativos de manejo de agua deberán considerar las modificaciones en la duración del ciclo y en la eficiencia de intercepción de la radiación y los efectos de ellos en el resultado del cultivo.

La fertilización es una herramienta de utilidad para mejorar la eficiencia de intercepción de radiación.

Los genotipos evaluados no mostraron diferencias en su comportamiento posiblemente debido a similitudes en su estructura de planta.

REFERENCIAS

- Boonjung, H. Fukai, S. 1996. Effect of soil water deficit at different growth stage on rice growth and yield under upland condition. I Growth during drought. *Field Crops Res.* 48(37-45).
- Camarini Alves, V.; Pedro, M. J. Jr.; Sentelhas, P.C.; Azzini, L.E. 1997. Exigencias térmicas do arroz IAC4440 irrigado. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. FAUBA. Bs.As.* 17(143-144).
- Carraty, D.P.; O'Toole, J.C. 1995. Selection for reproductive stage drought avoidance in rice, using infrared thermometry. *Agronomy Journal*, 87(773-779).
- Chauham, J.S.; Moya, T.B.; Singh, R.K.; Sing, C.N. 1999. Influence of soil moisture stress during reproductive stage on physiological parameters and grain yield in upland rice. *Oryza*, 36:2(130-135).
- Infeld, J.A.; Silva, B.J.; Assis, N.F. 1998. Temperatura base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 6:2(187-191).
- Shimono, H.; Hasegawa, T.; Fujimura, S.; Iwama, K. 2004. Responses of leaf photosynthesis and plant water status in rice to low water temperature at different growth stages. *Field Crops Research* 89(71-83).
- Shimono, H.; Hasegawa, T.; Iwama, K. 2002. Response of growth and grain yield in paddy rice to cool water at different growth stages. *Field Crops Res.* 73(67-79).
- Tanaka, 1962. Studies on the growth injuries of the lowland rice caused by cool water irrigation and delay heading. *Aomori. Agr. Exp. Stn. Rep.* 7(1-108).
- Zhang, W.; Han, Y.; Du, H. 2007. Relationship between canopy temperature at flowering stage and soil water content, yield components in rice. *Rice Science* 14(67-70).

TENDENCIAS ESTACIONALES DE LOS DÍAS SECOS EN ARGENTINA. UNA APLICACIÓN AL RENDIMIENTO DE LA SOJA

Rivera, J.A.^{1,2}; Bettolli, M.L.^{1,2}; Penalba, O.C.¹

¹Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Intendente Güiraldes 2160, Pabellón 2, 2° Piso – Ciudad Universitaria. Buenos Aires, CP C1428EGA, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Rivadavia 1917, Buenos Aires, CP C1033AAJ, Argentina.

E-mail: jriversa@at.fcen.uba.ar

Palabras clave: días secos; tendencias; rendimiento de soja.

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola depende tanto de los valores totales de precipitación como de la distribución de la misma. Un acabado conocimiento de la cantidad de días secos (días sin precipitación) y su variabilidad interanual puede ser útil como índice que permita el monitoreo de condiciones secas y húmedas a nivel regional. La cantidad de días secos provee información para la comprensión de las sequías meteorológicas (Shien-Tsung *et al*, 2009), ha sido utilizado para definir sequías agrícolas (Tate and Gustard, 2000) y es un parámetro que permite evaluar el establecimiento de la sequía socio-económica (Nagarajan, 2009). Los impactos económicos y sociales de las sequías pueden ser proporcionales al valor de esta variable a nivel estacional o anual, sobre todo en regiones donde en los últimos años tuvieron lugar expansiones agrícolas y son más sensibles a la variabilidad interanual de la precipitación. Actualmente el Departamento de Hidroclimatología del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) elabora mapas de la distribución espacial de la cantidad de días secos para distintas escalas temporales, a fin de monitorear la ocurrencia y duración de los períodos secos y húmedos en Argentina y la Cuenca del Plata.

La distribución espacial y temporal de precipitación en la región, y sus excesos y déficits, son extremadamente importantes para el desarrollo de los cultivos agrícolas, entre ellos la soja, la cual crece bajo condiciones de secano (Bettolli *et al*, 2009). Penalba *et al* (2007) encontraron que la variabilidad interanual del rendimiento de los cultivos de soja en la región pampeana esta en fase con la variabilidad interanual de las precipitaciones estacionales.

Este trabajo plantea realizar un análisis de las tendencias estacionales de los días secos a lo largo de Argentina para el período 1960-2005. Se realizará además una aplicación del índice sobre el rendimiento de la soja en la región centro-este de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de caracterizar los períodos secos y húmedos se tomó como variable de estudio la cantidad de días secos, considerando como día seco aquel donde el acumulado de precipitación fuera nulo. Este índice fue calculado para los trimestres de verano: diciembre, enero, febrero (DEF); otoño: marzo, abril, mayo (MAM); invierno: junio, julio, agosto (JJA); y primavera: septiembre, octubre, noviembre (SON). Para esto, se utilizaron datos diarios de precipitación provenientes de 46 estaciones provistas por el Servicio Meteorológico Nacional para el período 1960-2005. Estas estaciones fueron elegidas tanto por la longitud de sus series como por sus registros completos, los cuales poseen menos del 10% de datos diarios faltantes. Los datos de rendimiento de soja (kg/Ha) fueron obtenidos del Ministerio de Agricultura para el período 1972-2008.

Se ajustó una recta a cada serie temporal utilizando el método de regresión de mínimos cuadrados. La evaluación del ajuste se determinó mediante el coeficiente de correlación de Pearson, r , el cual refleja el grado de dependencia lineal entre dos conjuntos de datos. La significancia de los coeficientes se evaluó a los niveles de 90, 95 y 99% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En verano (Figura 1a) se observó un patrón espacial heterogéneo en las tendencias. Las tendencias negativas se ubicaron mayormente en la porción Centro-Norte del país, aunque las mismas resultaron ser no significativas, a excepción de la estación Roque Sáenz Peña, significativa al 95%. La presencia de tendencias positivas significativas se dio en las estaciones Sauce Viejo y Comodoro Rivadavia, ambas significativas al 90%.

Durante el trimestre de otoño (Figura 1b) se evidenció una supremacía de las tendencias negativas en la mayor parte del país. Solo 4 estaciones presentaron valores positivos, los cuales resultaron ser no significativos. Las tendencias negativas significativas se observaron principalmente en las regiones Centro-Oeste (CO), Centro-Este (CE), Patagonia Norte (PN) y Patagonia Sur (PS), encontrándose las más importantes en la región CO y sobre la costa patagónica (significativas al 99%).

En invierno el patrón de tendencias positivas se ubicó en las regiones Noreste (NE), CE y Pampeana (P) (Figura 1c), mientras que en las regiones CO, PN y PS dominaron las tendencias negativas en los días secos.

En cuanto a las tendencias de primavera (Figura 1d), se observó un patrón espacial heterogéneo en cuanto al signo de las mismas, aunque la mayoría de las estaciones presentó tendencias negativas. Las tendencias negativas significativas más importantes se dieron sobre la costa patagónica.

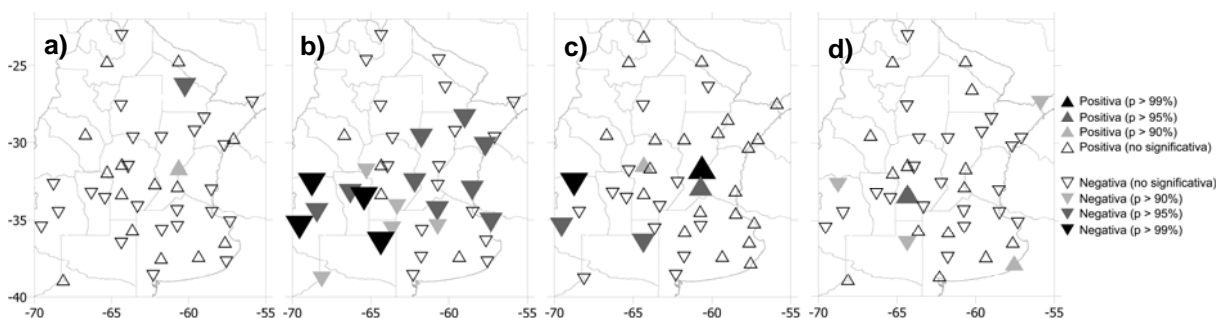


Figura 1. Distribución espacial de las tendencias estacionales de la cantidad de días secos durante el período 1960-2005. a) verano; b) otoño; c) invierno; d) primavera.

Como aplicación al cultivo de la soja, en términos generales la tendencia a menores frecuencias de días secos en el trimestre de otoño podría ser perjudicial para la cosecha del cultivo, mientras que la inversión en el signo de las tendencias en primavera y verano podrían dar lugar a condiciones más propicias para mayores rindes del cultivo. Más aún, el rendimiento no sólo se vería afectado por las tendencias en los días secos sino también por la variabilidad interanual de los mismos. Como ejemplo, se puede mostrar los rendimientos de soja con las cantidades de días secos de otoño para el Partido de Junín (Figura 2). El comportamiento inverso entre ambas series indicaría la responsabilidad parcial de la frecuencia de días secos sobre el rendimiento, si bien la correlación resultó no significativa ($r = -0.27$).

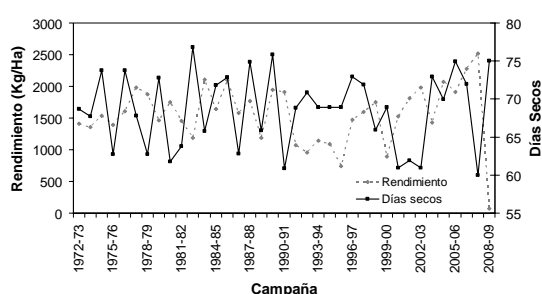


Figura 2. Series temporales (sin tendencia) de cantidad de días secos durante el trimestre de otoño y rendimiento de soja para el Partido de Junín (Buenos Aires).

CONCLUSIONES

A nivel estacional, el trimestre de otoño presentó una franja latitudinal entre 27°S y 37°S en la que se observaron tendencias negativas significativas de días secos, al igual que sobre la costa patagónica. En el caso del invierno, las

tendencias significativas a mayores cantidades de días secos se dieron principalmente sobre la Cuenca del Plata. Durante la primavera, las tendencias más importantes fueron negativas y se dieron sobre la costa patagónica. Para el trimestre de verano se observó un patrón espacial heterogéneo en cuanto a los signos de las tendencias. Se observó que no sólo las tendencias estacionales sino también la variabilidad interanual en los días secos afectan la producción de soja en la región centro-este de Argentina, lo cual pone de manifiesto la necesidad de un continuo monitoreo regional a fin de optimizar el manejo de recursos hídricos cada vez más insuficientes para los requerimientos del sector agrícola.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con apoyo de los siguientes proyectos: UBA X170, UBA X605 y BID 1728/OC-AR-PICT 38273.

REFERENCIAS

- Bettolli, M.L.; Vargas, W.M.; Penalba, O.C. 2009. Soybean yield variability in the Argentine Pampas in relation to synoptic weather types: monitoring implications. *Meteorol. Appl.* 16: 501-511.
- Nagarajan, R. 2009. *Drought Assessment*. Springer, 430 pp.
- Penalba, O.C.; Bettolli, M.L.; Vargas, W.M. 2007. The impact of climate variability on soybean yields in Argentina. *Multivariate regression. Meteorol. Appl.* 14: 3-14.
- Shien-Tsung, C.; Chun-Chao, K.; Pao-Shan, Y.; 2009. Historical trends and variability of meteorological droughts in Taiwan. *Hydrol. Sci. J.*, 54 (3), 430-441.
- Tate, E.L. and Gustard, A. 2000. Drought definition: Hydrological perspective. In: Vogt, J.V. and Somma, F. (eds) *Drought and Drought Mitigation in Europe*. Kluwer Academic Publishers, pp. 23-48.

VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y FENOLOGÍA DEL PERAL CV. WILLIAMS (*Pyrus comunis*) EN LA PROVINCIA DE RIO NEGRO, PATAGONIA ARGENTINA.

Rodríguez, A.

Sector de Agrometeorología de la EEA INTA Alto Valle, Ruta Nacional 22, Km 1190. Río Negro

E-Mail: arodriguez@correo.inta.gov.ar

Palabras clave: Variabilidad climática en Argentina; fenología; *Pyrus comunis*

INTRODUCCIÓN

El efecto de la variabilidad del clima mundial y regional es uno de los factores responsables del aumento de la vulnerabilidad económica de fruticultores que utilizan métodos tradicionales y de subsistencia. La fecha de floración de una variedad frutal en un año y sitio determinado depende de las condiciones térmicas e influye directamente en el desarrollo de los frutos y rendimiento final del cultivo (Rodríguez *et al.*, 2008). Este estudio se realizó en el valle irrigado de la provincia de Río Negro. En esta región se encuentra el 80% de la superficie cultivada de peras y manzanas de Argentina (Luppiz, 2003) y es el primer exportador mundial de peras. El peral (*Pyrus comunis*) cv Williams es el que ocupa la mayor superficie cultivada (Tassile y Reeb, 2008).

El objetivo de este trabajo es evaluar la presencia de tendencias en los valores medios de temperatura y fechas de floración del peral cv Williams y la relación existente entre estas variables en el periodo 1971-2009.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las observaciones fenológicas se hicieron en la EEA INTA Alto Valle, siguiendo el método de Fleckinger. Se registro la fecha de plena floración (F2) del cultivo cuando el 80 % de las flores se encontraban en anthesis. Los registros meteorológicos corresponden a la estación agrometeorológica ubicada a 39°01' de latitud sur y 67°40' de longitud oeste a 242 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media se calculó a partir de los valores diarios de temperatura máxima y mínima. Para el análisis de variabilidad se realizó el cálculo de anomalías utilizando como estándar el valor medio 1971-2009.

Las tendencias fenológicas y térmicas se obtuvieron a través de un modelo de regresión lineal con el programa estadístico *Infostat*. La significancia

estadística de dichas tendencias se evaluó utilizando el programa Force 2.0, con el test de Mann Kendall, al 95% de confianza, siendo no significativa cuando los valores del estadístico estimado son inferiores al estadístico teórico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el período 1971-2009, la temperatura media anual de aire fue de 14.8°C y se observó una tendencia positiva de 0,3°C (P < 0,05) por década (figura 1). Sin embargo, la tendencia climática no fue significativa.

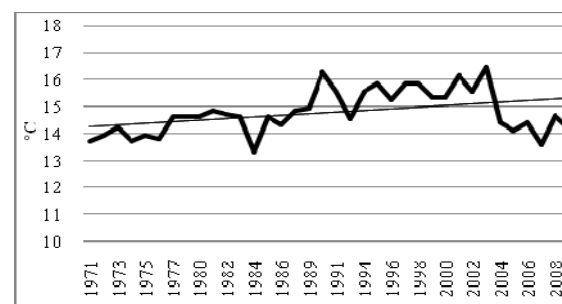


Figura 1. Temperatura media anual para Río Negro (región Alto Valle), 1971-2009.

En las primeras tres décadas del período en estudio se observó un incremento continuo de la temperatura que decae a partir del 2004. Las anomalías anuales de la temperatura muestran la presencia de ciclos cálidos y fríos (figura 2). El período más cálido fue 1994-2003, con temperaturas 0,9°C superiores a la media. Este comportamiento térmico coincide con las tendencias observadas en otros lugares del mundo (Chmielewski *et al.*, 2004). El comportamiento de los últimos 5 años es similar al de la década 1971-1980 con temperaturas 0,6°C inferiores a la media.

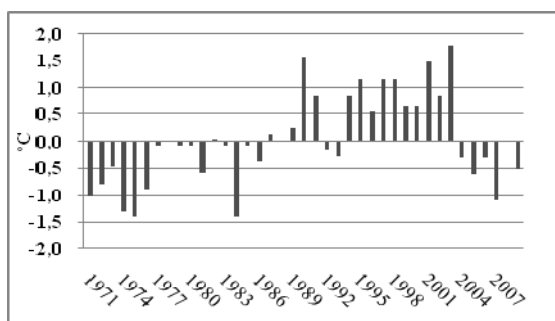


Figura 2. Anomalías de la temperatura media anual comparadas con el valor estándar de la serie 1971-2009, para Río Negro (región Alto Valle).

El análisis de la tendencia de la temperatura media a escala mensual muestra un incremento de hasta 0,7°C por década para los meses del período estival (Tabla 1), sin embargo esta tendencia no es estadísticamente significativa. El mes de mayo es el único que presentó una tasa decreciente en los valores de temperatura.

Tabla 1. Valor medio, desvío estándar y tendencia de la temperatura media mensual (°C) en Río Negro, 1971-2009.

	Mes											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<i>X</i>	22.9	21.7	18.4	13.6	9.6	6.7	6.2	8.4	11.3	14.9	19	21.8
<i>DE</i>	1.4	1.3	1.2	1.0	1.2	1.3	1.1	1.1	0.9	1.1	1.6	1.7
<i>Tendencia</i> (°C/década)	+0.7	+0.6	+0.3	+0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.2	+0.7	+0.7
<i>Pvalor</i>	0.002	0.002	0.12	0.58	0.04	0.89	0.50	0.84	0.96	0.37	0.008	0.005
Test de Mann Kendall, Estadístico Teórico = 0.22 (al 95 % de confianza)												
Estadístico												
Estimado	0.14	0.13	-0.06	-0.15	-0.34	-0.24	-0.12	-0.20	-0.20	-0.11	0.16	0.17

La fecha media de F2 de pera cv Williams es el 25 de septiembre y si bien se manifiesta un retraso de 2 días por década, esta tendencia no es estadísticamente significativa ($P=0,76$).

La variabilidad de la temperatura media del mes de septiembre explica un 30% de la variabilidad interanual de la fecha de floración (Figura 3). De acuerdo a este modelo fenológico ($P < 0,0001$), el cultivo sufriría un retraso de 3 días en la fecha de F2 por cada 1 °C de disminución en la temperatura media de aire (ecuación de regresión: $F2 = 302 - 2.85 T_s$, donde F2 es la fecha de plena floración en día juliano y T_s la temperatura media de aire del mes de septiembre).

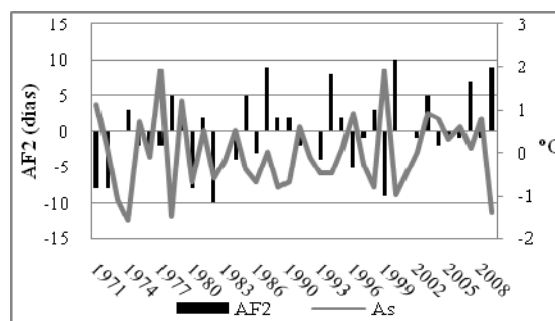


Figura 3. Anomalías en la fecha de floración (AF2) y temperatura media del mes de septiembre (As) para Río Negro (región Alto Valle), 1971-2009.

CONCLUSIONES

Si bien en los últimos 38 años la tendencia de aumento de la temperatura media no alcanza un carácter significativo, es importante resaltar que estos incrementos se manifiestan hacia fin de primavera y en los meses de verano. La pera Williams es un cultivar de ciclo corto dentro de las variedades que se producen en la región, ciclo que comienza en F2 y finaliza cuando el fruto alcanza la madurez comercial. Se especula que de ocurrir un retraso en la fecha de floración por primaveras más frías, el incremento de la temperatura media en los meses de diciembre y enero podría acortar el ciclo de crecimiento y afectar negativamente el tamaño final del fruto, que es uno de los parámetros de calidad más relevantes en su comercialización.

REFERENCIAS

- Chmielewski F. Muller A. y Bruns E. 2004. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agr. And Forest Meteorology* 121: 69-78.
- Luppiz V. 2003. Producción de peras y manzanas en Argentina. Dirección de Agricultura. SAGPYA. Disponible en <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>. Consulta febrero 2010.
- Rodríguez A; Curetti M. y Sánchez E. 2008. Requerimientos térmicos para la floración del peral (*Pyrus communis*) cv Williams. XII Reunión Argentina de Agrometeorología. San Salvador de Jujuy. Argentina.
- Tassile V. y Reeb P. 2008. Pronóstico de producción de peras y manzanas, provincias de Río Negro y Neuquén. Disponible en <http://www.sefrn.gov.ar>. Consulta febrero 2010.

UN ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE HUMEDAD DEL SUELO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ MEDIANTE EL INDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN

Rotondo, V.H. ; Seiler, R.A.

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional 36 Km 601, CP X5804BYA, Río Cuarto, Córdoba, Argentina

E-mail: vrotondo@ayv.unrc.edu.ar

Palabras clave: Sequías, Índices, Rendimientos

INTRODUCCIÓN

En el sur de la provincia de Córdoba el maíz es un cultivo importante por su producción y por el aporte que significa en un plan de rotaciones, frente a una disminución de las áreas de pasturas de una actividad ganadera en retroceso. El éxito del cultivo tanto en su rendimiento físico como económico se relaciona con las condiciones agrometeorológicas, principalmente de humedad, al inicio del ciclo normal de siembra y durante el tiempo de mayor sensibilidad del cultivo, que es aquél centrado en la floración (Classen and Shaw., 1970). Climáticamente las precipitaciones en la región se concentran en el semestre más cálido, siendo normales los inviernos secos y también las primaveras, en donde aportes significativos de lluvias se registran bien avanzado el período agrícola.

La incertidumbre sobre el comportamiento de cultivos de maíz, desde la fecha de inicio del ciclo y posterior durante los períodos críticos del mismo, puede ser evaluada mediante índices de sequía (Gutman, 1990; Lotsch et al., 2003). Uno de ellos, es el Índice Estandarizado de Precipitación (ISP) (McKee et al., 1993), el cual es utilizado extensivamente en el presente. El ISP ha sido usado para analizar sequías en numerosas regiones y también para evaluar impactos de las mismas en los rendimientos de cultivos (Quiring and Papakryiakou, 2003; Vicente-Serrano et al., 2006).

El presente análisis intenta generar información para la evaluación del riesgo climático impuesto por las condiciones de humedad sobre el cultivo de maíz, basada en el Índice Estandarizado de Precipitación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área considerada para este estudio correspondió a los Departamentos Río Cuarto y Pte. Roque Sáenz Peña de la provincia de Córdoba. Para cada departamento se dispuso de una serie de rendimientos medios departamentales de maíz, obtenidos de Delegación Río Cuarto del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba. La serie utilizada comprende las campañas agrícolas 1994/95 hasta la del 2008/09. Asociados a esos ciclos agrícolas se dispusieron series de datos pluviométricos mensuales, de

estaciones meteorológicas automáticas dependientes del área de Agrometeorología de la Universidad Nacional de Río Cuarto, localizadas en Río Cuarto (Dpto. Río Cuarto) y en Laboulaye (Dpto. Pte. Roque Sáenz Peña).

La metodología de trabajo consistió en calcular el ISP para las localidades con los datos de lluvia. El índice, según McKee et al., (1993) asume la siguiente forma:

$$ISP = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (1)$$

donde X_i es la probabilidad acumulada de la función Gamma Incompleta transformada en una variable estándar Z de distribución normal, para el total de precipitación de la escala de tiempo i seleccionada (3, 6, 12, etc.); \bar{X} y σ son respectivamente la media y la desviación estándar de la serie, para la misma escala de tiempo i . Por convención en este trabajo, para la nomenclatura del Índice, escala de tiempo y mes, se usa la sigla del Índice, seguida de un número correspondiente a la escala de tiempo utilizada y de una letra identificando el mes de referencia (e.g. ISP3_S, índice en escala de tres meses para septiembre). Los rendimientos medios anuales en kg/ha, fueron analizados en sus componentes tecnológica y climática. La variabilidad debida al clima se calculó a partir de los desvíos de los rendimientos respecto de la tendencia. Esta última, la cual se asume asociada al nivel tecnológico, fue determinada por análisis de regresión de la serie.

Los ISP fueron calculados en tres escalas de tiempo (3, 6 y 9 meses) y sus valores dentro del período septiembre a marzo de cada campaña agrícola se compararon con los desvíos de los rendimientos mediante análisis de correlación/regresión (Sx, 2000). A partir del análisis y de la aplicación del procedimiento "stepwise" para la selección del mejor grupo de variables independientes explicativas de la variabilidad de los rendimientos de maíz, se generaron modelos de estimación en función de las condiciones de humedad indicadas por el ISP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico del ISP en sus distintas escalas mostró, para ambos departamentos,

relaciones significativas con los desvíos de los rendimientos, aunque únicamente para aquéllos en escalas de seis meses (ISP6). Las contribuciones estadísticamente significativas del índice de sequía a la explicación de la variabilidad de los rendimientos, correspondieron a los meses de septiembre (ISP6_S) y de diciembre (ISP6_D) para el departamento Río Cuarto. En el departamento Pte. Roque Sáenz Peña, las significancias se asociaron con los valores del ISP6 de octubre, diciembre y febrero (O, D, F), respectivamente. En la tabla 1 se presentan los modelos para cada uno de los departamentos analizados y un parámetro de significancia representado por el coeficiente de correlación (R^2)

Tabla 1: Modelos para la estimación de rendimientos medios departamentales de maíz a partir del ISP6 (Ŷ: Rendimiento (kg/ha) como desvío de la tendencia)

Dpto.	Modelo	R^2
Río Cuarto	$\hat{Y} = 57.0296 + 467.614 * \text{ISP6}_S + 715.503 * \text{ISP6}_D$	0,58
Pte. Roque Sáenz Peña	$\hat{Y} = 257.694 + 863.692 * \text{ISP6}_O - 1050.04 * \text{ISP6}_D + 1302.30 * \text{ISP6}_F$	0,71

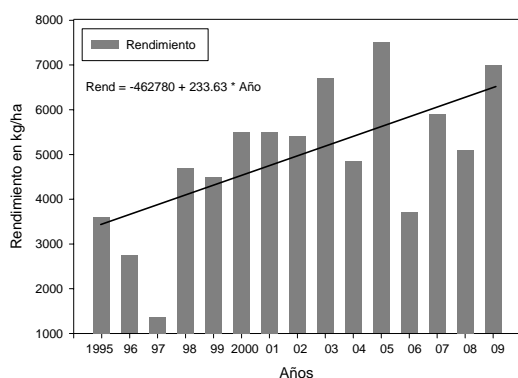


Figura 1: Rendimientos en el Dpto. Río Cuarto y tendencia tecnológica

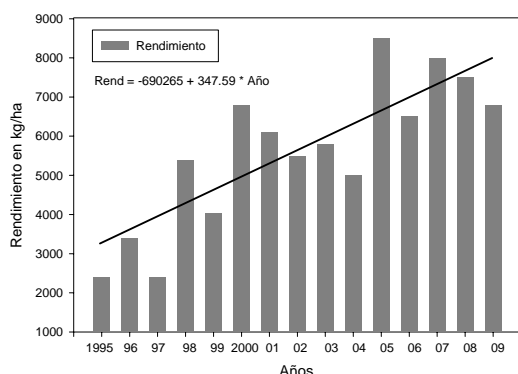


Figura 2: Rendimientos en el Dpto. Pte. Roque Sáenz Peña y tendencia tecnológica

En las Figuras 1 y 2 se presentan las series de los rendimientos para cada departamento analizado. En las mismas pueden observarse las tendencias temporales de los rendimientos, asumida esta como el cambio tecnológico. Se incluyen además los respectivos modelos de regresión lineal para el cálculo del nivel tecnológico y de los rendimientos totales de años particulares, resultante de la aplicación de los modelos de la Tabla 1

CONCLUSIONES

El Índice Estandarizado de Precipitación en escala de seis meses demostró ser una variable estadísticamente aceptable, para la estimación del rendimiento medio de maíz en los departamentos analizados de la provincia de Córdoba. En el dpto. Río Cuarto, las condiciones de humedad próximas al momento de la siembra (ISP6_S) y las de diciembre (ISP6_D) explican el 58% de la variabilidad de los mismos. Para el departamento Pte. Roque Sáenz Peña los ISP de octubre, diciembre y febrero explican el 71% de la variabilidad. Una evaluación anticipada del riesgo solamente a partir de las condiciones de humedad de septiembre u octubre (ISP6_S, ISP6_O) puede explicar entre un 25% y 27% de la variabilidad del rendimiento final promedio del departamento.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Juan Manuel Guevara de la delegación Río Cuarto del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba, por facilitar las estadísticas de producción y rendimientos departamentales de maíz.

REFERENCIAS

- Classen, M. M. and Shaw, R.H. 1970. Water deficits on corn.II. Grain components. *Agronomy Journal*, 62:652-655.
- Gutman, G. 1990. Towards monitoring droughts from space. *J. Climate* 3:282-295.
- Lotsch, A., Friedl, M. A. and Anderson, B. T. 2003. Coupled vegetation-precipitation variability observed from satellite and climate records. *Geophysical Research Letters* 30, 1774.
- McKee, T.B.; Doesken, N.L. and Kleist, J. 1995. Drought monitoring with multiple time scales. 9th Conference on Applied Meteorology, 15-20 January, Dallas, Texas, pp 233-236.
- Quiring, S. M. and Papakryiakou, T. N. 2003. An evaluation of agricultural drought indices for the Canadian praires. *Agric. And Forest Meteorol.* 118:49-62.
- Sx. 2000. *Statistix 7. Analytical Software.* 359 pgs.
- Vicente-Serrano, S. M., Cuadrant, J. M. and Romo A. 2006. Early prediction of crop production using drought indices at different time scales and remote sensing data: application in the Ebro valley (North east Spain). *Int. J. Remote Sensing* 27: 511-518

Santos, D.L.; Sentelhas, P.C.¹

Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11-13418-900 – Piracicaba, SP, Brasil. ¹Bolsista de Produtividade do CNPq.

E-mail: danalardo@hotmail.com; pcsentel@esalq.usp.br

Palavras chave: modelo agrometeorológico, balanço hídrico, rendimento da cana-de-açúcar.

INTRODUÇÃO

Os indícios de que ocorrerão mudanças climáticas globais provocadas por ação antrópica, em função do aumento da concentração de gases do efeito estufa, como o gás carbônico (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (NO₂), são cada vez mais aceitos pela comunidade científica (Romon & Marin, 2008). Logo, a preocupação crescente por fontes de energias renováveis e menos poluentes tem elevado a demanda de biocombustíveis, dentre os quais se destaca o álcool proveniente da cana-de-açúcar, devido às grandes vantagens comparativas em termos econômicos e ambientais sobre outras fontes.

Nesse contexto, o Brasil leva vantagens, por ser um dos mais tradicionais produtores de cana-de-açúcar e maior expoente da indústria sucroalcooleira do mundo, o que lhe confere a posição de maior produtor mundial. Com vários tipos de ambientes de produção, devido à sua extensão territorial, o Brasil apresenta, dentre os fatores de produção, cultivo influenciado principalmente pelas condições climáticas, as quais determinam suas aptidões agrícolas.

Logo, o levantamento da vulnerabilidade agroambiental do setor sucroalcooleiro, em relação à climatologia atual e às mudanças climáticas é estratégico, pois permite determinar o potencial da cultura, os riscos climáticos e realizar o planejamento de médio e longo prazo (Zullo Junior et al., 2008).

Sendo assim, o objetivo deste projeto foi avaliar o risco climático para a cultura da cana-de-açúcar, nas condições atuais e de mudanças climáticas, para dois diferentes ambientes de produção no Estado de São Paulo, considerando-se dados climatológicos de um período de 30 anos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado para os municípios de Araçatuba (lat.: 20° 52'S; long.: 48° 29'W; alt.: 415m) e Piracicaba (lat.: 22° 42'S; long.: 47° 38'W; alt.: 546m), SP, por serem importantes regiões canavieiras do Estado. Foram considerados dados meteorológicos decenários de temperatura do ar, insolação e chuva, para o período de 1979 a 2008, empregados na estimativa da evapotranspiração potencial (ETP), na elaboração dos balanços hídricos e na estimativa das produtividades potencial e real da cultura da cana-de-açúcar.

O potencial produtivo da cana-de-açúcar foi

determinado com o emprego do método da Zona Agroecológica e da penalização pelo déficit hídrico, apresentados no boletim da FAO 33 (Doorenbos & Kassam, 1994), que estima, respectivamente, a produtividade potencial (PP) e a produtividade real (PR).

A estimativa da disponibilidade hídrica regional foi obtida por meio do balanço hídrico climatológico, para uma CASD de 100 mm, proposto por Thornthwaite & Mather (1955), utilizando-se o programa "BHcult" elaborado em planilha eletrônica por Rolim et al. (1998).

Foram feitas simulações da PP e PR para um período de 30 anos tomando-se como base o cenário atual (C0) e as alterações climáticas preconizadas pelo Relatório Especial de Cenários de Emissões (RECE), criado pelo IPCC (2007).

Para analisar a variabilidade na produtividade da cana-de-açúcar em decorrência das mudanças climáticas foram criados cenários individuais para aumentos de temperatura de 2, 4 e 6°C, variação na precipitação de -10, -5, +5 e +10% e incremento na produtividade decorrente do aumento da concentração de CO₂ na atmosfera de 2, 5,5 e 10,2% (440, 559 e 721 ppm) (Tubiello et al., 2000), mantendo-se em cada caso as outras variáveis com seus valores atuais.

Devido à importância do melhoramento genético das culturas, associado às práticas adequadas de manejo, no aumento de produtividade da cana-de-açúcar, a tendência tecnológica foi considerada neste estudo e estabelecida com base nos dados de produtividade da cultura fornecidos pelo IBGE, para o período de 1980 a 2008. A partir da equação linear obtida pela relação entre a produtividade e os anos analisados foi calculado o acréscimo de produtividade decorrente dos avanços tecnológicos, tendo como resultado o valor de 0,43 TCH/ano. Foram criados também cenários com combinações entre as variáveis temperatura, CO₂ e tendência tecnológica para as condições atuais e futuras (2030, 2060 e 2090), e para cada variação na precipitação, totalizando 13 cenários (Tabela 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Partindo-se das variações de chuva e aumentos de temperaturas oriundas dos cenários de mudanças climáticas elaborados, foram estimadas a evapotranspiração potencial (ETP) e a evapotranspiração real (ETR) das localidades estudadas. Observou-se um aumento crescente e acentuado da ETP nessas localidades. Porém, para ETR, esses aumentos não foram tão acentuados devido à variação no regime hídrico, sendo a

influência desta bem evidenciada nos cenários C5 (ano de 2060, $\Delta T = +4^{\circ}\text{C}$; $\Delta P = -10\%$) e C10 (ano de 2090, $\Delta T = +6^{\circ}\text{C}$; $\Delta P = -5\%$), por representarem as condições mais extremas; enquanto para C4 (ano de 2030, $\Delta T = +4^{\circ}\text{C}$; $\Delta P = +10\%$) verificou-se menor redução da ETR em relação à ETP.

Tabela 1 – Cenários futuros do clima com combinações de alteração de temperatura (ΔT), alteração na produtividade decorrente do aumento de CO_2 ($\Delta \text{Prod CO}_2$) e pela tendência tecnológica ($\Delta \text{Prod TT}$), e alteração da precipitação (ΔP).

Cenário	Ano	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	$\Delta \text{Prod CO}_2$ (%)	$\Delta \text{Prod TT}$ (TCA)	ΔP (%)
C0	2008	0	0	0	0
C1	2030	+2	+2	+9,9	-10
C2	2030	+2	+2	+9,9	-5
C3	2030	+2	+2	+9,9	+5
C4	2030	+2	+2	+9,9	+10
C5	2060	+4	+5,5	+22,8	-10
C6	2060	+4	+5,5	+22,8	-5
C7	2060	+4	+5,5	+22,8	+5
C8	2060	+4	+5,5	+22,8	+10
C9	2090	+6	+10,2	+35,7	-10
C10	2090	+6	+10,2	+35,7	-5
C11	2090	+6	+10,2	+35,7	+5
C12	2090	+6	+10,2	+35,7	+10

Analisando-se os efeitos individuais das variáveis climáticas sobre produtividade das duas regiões observa-se que o aumento da temperatura proporcionará um aumento da produtividade potencial, por afetar positivamente a eficiência da fotossíntese. Considerando-se também o efeito benéfico da crescente concentração de CO_2 na taxa fotossintética da cultura devido ao aumento do seqüestro de carbono pela planta, contribuindo, assim, para o maior acúmulo de sacarose no colmo, simulou-se o aumento da PP. Isso confirma os estudos de Souza (2007), no qual o aumento da concentração de CO_2 de 370 para 720 ppm resultou em aumento de 60% na produtividade da cana-de-açúcar.

Já em relação aos efeitos individuais das variáveis sobre a produtividade real da cultura, observa-se um maior impacto devido ao aumento de temperatura do que à variação de precipitação, sendo essa penalização para $\Delta T = +6^{\circ}\text{C}$ em torno de 43% e 38%, e para $\Delta P = -10\%$ em torno de 38% e 22%, respectivamente para Araçatuba e Piracicaba.

Ao analisar os resultados das PPs nas localidades para cada corte da cana-de-açúcar, considerando as combinações entre as variáveis temperatura, precipitação, concentração de CO_2 e tendência tecnológica propostas nos cenários futuros (Tabela 2), espera-se aumentos de produtividade em relação ao cenário atual (C0), sendo notadamente a cana-planta a que mais se beneficiará das mudanças climáticas e dos avanços tecnológicos. Para Araçatuba, os aumentos da PP serão da ordem de 16% para 2030, de 31% para 2060 e de 44% para 2090; enquanto para Piracicaba, espera-se aumentos da ordem de 18%

para 2030, 37% para 2060 e 49% para 2090. Mesmo considerando-se o aumento dos déficits hídricos, a produtividade real (PR) da cana-de-açúcar também tenderá a aumentar em relação aos valores atuais. Para Araçatuba, os aumentos máximos da PR serão da ordem de 45% para 2030, de 63% para 2060 e de 81% para 2090. Já para Piracicaba, espera-se aumentos da ordem de 26% para 2030, 40% para 2060 e 49% para 2090.

Tabela 2 – Produtividade potencial (PP) e real (PR) ponderadas (cana-planta e cana-soca para ciclos de maturação precoce, médio e tardio), para cenários futuros do clima com combinações de variação de temperatura, variação da precipitação, variação na produtividade decorrente do aumento de CO_2 e da tendência tecnológica, para Araçatuba e Piracicaba, SP, Brasil.

Cenário	Araçatuba, SP		Piracicaba, SP	
	PP	PR	PP	PR
TCH				
C0	127,6	73,3	117,1	88,4
C1	149,8	92,7	140,6	95,5
C2	149,8	95,2	140,6	101,4
C3	149,8	100,1	140,6	112,7
C4	149,8	102,5	140,6	112,5
C5	171,5	107,5	164,9	108,7
C6	171,5	110,0	164,9	113,2
C7	171,5	115,0	164,9	122,0
C8	171,5	117,5	164,9	126,6
C9	191,1	122,0	183,7	120,6
C10	191,1	125,5	183,7	127,1
C11	191,1	130,9	183,7	135,6
C12	191,1	133,2	183,7	140,4

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Doorembos, J.; Kassam, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 33).
- IPCC – Intergovernmental Panel on climate change. Climate change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Working Group I. <Disponível em http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Pub_SMP-v2.pdf>. Acesso em : 16 abr 2009.
- Romon, V.; Marin, F.R. Cana-de-açúcar no Estado de São Paulo utilizando o modelo de CANEGRO. Congresso de Iniciação Científica, 16., 2008, São Carlos. Anais ..., v. 4, 1126 p., 2008.
- Souza, A.P. A cana-de-açúcar e as mudanças climáticas: efeitos de uma atmosfera enriquecida em CO_2 sobre o crescimento, desenvolvimento e metabolismo de carboidratos de *Saccharum spp.* 2007. 85p. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- Thornthwaite, C.W.; Mather, J. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, Centeron, v. 38, p. 55-94, 1948.
- Tubiello, F.N.; Donatelli, M.; Rosenzweig, C.; Stockle, C.O. Effects of climate change and elevated CO_2 on cropping systems: model predictions at two Italian locations. *European Journal of Agronomy*, v.13, p.179-189, 2000.
- Zullo Junior, J.; Assad, E. D.; Pinto, H.S. Alterações devem deslocar culturas agrícolas. *Scientific American Brasil*, São Paulo, n. 74, p. 72-77, jul. 2008

IMPACTO DE LAS OLAS DE CALOR SOBRE EL TIEMPO DE PASTOREO DE VACAS LECHERAS EN SALTO (URUGUAY)

Saravia, C.¹; Astigarraga, L.²; Van Lier, E.²; Bentancur, O.³

¹Unidad de Sistemas Ambientales, Est. Exp. Fac. de Agronomía en Salto, UDELAR, ruta 31 km 21; Salto, Uruguay.

²Dpto. de Producción Animal y Pasturas, Fac. de Agronomía, UDELAR; Garzón 780, Montevideo, Uruguay.

³Dpto. de Biometría, Estadística y Cómputo, Est. Exp. Mario A. Cassinoni, UDELAR; Paysandú, Uruguay

E-mail: tsara@unorte.edu.uy

Palabras clave: estrés térmico, Índice de temperatura y humedad, productividad lechera

INTRODUCCIÓN

Durante los meses cálidos la acción combinada de alta radiación solar, temperatura y humedad del aire determina que el ambiente meteorológico se encuentre fuera de la zona de confort térmico de la vaca, reduciendo su productividad. El efecto de este ambiente se verifica directamente a través de la disminución de la producción de leche (Hahn, 1995) y en el comportamiento a pastoreo (Tamminga y Schrama, 1998). En situaciones de estrés calórico los animales disminuyen el consumo voluntario diario de alimento (Castro, 1998) y aumentan los requerimientos de mantenimiento (NRC, 2001). Vacunos pastoreando en situaciones de clima tropical húmedo disminuyen el tiempo total de pastoreo (Castro, 1998) y restringen el pastoreo diurno sobretodo a la mañana temprano y el final de la tarde (Tamminga y Schrama, 1998). El índice biometeorológico más difundido para caracterizar el ambiente térmico (Valtorta et al., 1998) es el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) (Thom, 1959) y se ha utilizado para la evaluación de las consecuencias económicas del estrés térmico en ambientes naturales y/o modificados (Hahn, 1995; St. Pierre et al., 2003). Se ha determinado un valor crítico para la producción de leche por estrés por calor en vacas Holando de 72 (Johnson et al., 1961). Los animales están adaptados a las condiciones ambientales en las que viven, sin embargo hay ciertas ocasiones en las que sufren estrés térmico debido a las variaciones térmicas o bien por una combinación de factores negativos a los que se someten durante un corto período de tiempo. Estos períodos anormalmente cálidos y generalmente húmedos de tres días consecutivos o más se denominan olas de calor (AMS, 1989).

Este trabajo busca caracterizar la ocurrencia de condicionantes meteorológicas (CM) estivales de diferente severidad en Salto y su impacto sobre el tiempo dedicado al pastoreo de vacas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto (EEFAS), Latitud: 31° 23' S; Longitud: 57° 57' W, desde el 21 de diciembre de 2005 al 16 de febrero de 2006 (período experimental 58 días). Se utilizaron 20 vacas lecheras primíparas, 10 Holando y 10 Jersey, de época de parición

primavero-estival. En los días 14, 19, 23, 30, 38, 44 y 56 del período experimental se registró el tiempo dedicado al pastoreo durante la fase diurna por observación de los animales cada 15 minutos. La observación comenzó a las 8:00 y hasta las 11:00 (turno 1), luego de 11:00 hasta las 14:00 horas (turno 2), retomando luego a las 18:00 hasta las 21:00 (turno 3). Para el cálculo del Índice de Temperatura y Humedad (ITH) (Thom, 1959) durante el período experimental se utilizaron registros horarios de temperatura y humedad del aire de una estación meteorológica automática (Watchdog Model 900ET, Spectrum Technologies Inc., Plainfield, IL) ubicada en el Parque Agrometeorológico de la EEFAS a 2.5 km del lugar de pastoreo. El ITH fue calculado usando la conversión de Valtorta y Gallardo (1996). Se definieron las olas de calor según los siguientes criterios: 1) si al menos durante tres días consecutivos o más el ITH promedio diario fue mayor a 72 (Valtorta et al., 2004) considerándose que la ola no se interrumpió a pesar de que en un día de la serie no se alcanzara este umbral. 2) si al menos durante tres días consecutivos o más el ITH horario fue mayor o igual a 72 durante catorce horas o más (Valtorta et al., 2002) y 3) si al menos durante tres días consecutivos o más la temperatura mínima diaria fue mayor o igual a 23° C y la temperatura máxima diaria fue mayor a 29° C (Rodríguez et al., 2003).

Se definió como ola de calor severa (OCS) si se cumplía simultáneamente los tres criterios, como ola de calor leve (OCL) si cumplía con al menos uno de ellos y como no ola de calor (NOC) aquellos días que no cumplían con ninguno de los criterios enumerados.

La probabilidad de tiempo dedicado al pastoreo (TP) se analizó ajustando un modelo lineal generalizado de medidas repetidas en el tiempo con el procedimiento GLIMMIX del paquete estadístico SAS (SAS Institute, Cary, NC, 2006). Se asumió que el número de observaciones de tiempo dedicado al pastoreo en relación al número total de observaciones tiene una distribución binomial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura promedio en el período experimental fue de 25.9° C (\pm 2.7 DE) y la humedad relativa 55% (\pm 14 DE). El ITH promedio diario durante el experimento fue de 72.6 (\pm 3.47 DE). Se identificó una ola de calor severa (OCS) de una duración de diez días en total (días

experimentales 17 al 26). La OCS se caracterizó por sucesión de días con 24 horas con $ITH \geq 72$ y temperaturas mínimas superiores a 23°C . Como CM ola de calor leve (OCL) se identificaron tres que duraron siete, seis y diez días, totalizando 23 días. Los días de OCL se caracterizaron por tener temperaturas máximas $>29^\circ\text{C}$ en 22 de los días. Sin embargo, el descenso de la temperatura durante la noche resultó en temperaturas mínimas menores a 23°C , e ITH menores a 72 de 6 a 10 horas. El resto de los días que no cumplieron con los criterios de definición de ola de calor (NOC), fueron el 43% restante del período experimental (veinticinco días). Los NOC se caracterizaron por tener una temperatura máxima promedio de 30.9°C , temperatura mínima promedio de 16.7°C e ITH promedio diario de 69.8.

El tiempo total dedicado al pastoreo durante el período de observación difirió significativamente ($P < 0.0001$) según CM siendo menor el tiempo de pastoreo total durante OCS con respecto a OCL, y NOC, mientras que éste fue similar entre OCL y NOC. Dentro de cada turno de observación (turno 1, turno 2 y turno 3) también se encontraron diferencias significativas ($P < 0.0001$) según la condicionante meteorológica. En el turno 1 se observó el menor tiempo dedicado al pastoreo durante OCS en comparación a OCL y NOC; en el turno 2 tanto en OCS como OCL se observó un menor tiempo dedicado al pastoreo, menor que en NOC y en el turno 3 el tiempo dedicado al pastoreo fue mayor en OCL con respecto a OCS y NOC (Tabla 1). El tiempo total dedicado al pastoreo durante el período de observación fue menor en OCS (41.1% menor) con respecto a NOC. Esta disminución se apreció desde temprano, en el turno 1, cuando la temperatura del aire era ya de 26°C a las 8:00, hasta llegar a 36.6°C a las 11:00. Por otro lado, al retorno del ordeño de la tarde en OCS, la temperatura del aire también permanece elevada, 32.2°C en promedio, lo que podría indicar por qué el tiempo dedicado al pastoreo es bajo aún en el turno 3 con respecto a NOC (Tabla 1). Durante la ola de calor severa el análisis del ITH horario, indicó valores promedio de 76, 81 y 79 para los turnos 1, 2 y 3 respectivamente. En el trabajo no se realizaron observaciones durante la noche, pero por los altos ITH registrados aún en la noche en OCS (de 1 a 9 horas con ITH entre 74 y 78 y hasta 1 hora con ITH mayor a 82), es probable que la capacidad de recuperar tiempo de pastoreo fuera escasa. En OCL, también se observó una modificación del comportamiento en pastoreo como mecanismo de defensa para evitar el período de mayor calor, pero sin afectar el tiempo total del pastoreo, ya que las vacas dedicaron más tiempo al pastoreo durante el turno 3, cuando la temperatura de aire promedio fue de 26.3°C y el ITH promedio de 73.4.

CONCLUSIONES

El efecto depresor de condicionantes meteorológicas severas como ola de calor se

tradujo en un menor tiempo dedicado al pastoreo.

Tabla 1. Tiempo total dedicado al pastoreo (minutos) y por turno de observación en cada condicionante meteorológica (media \pm EEM).

CM	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Total
OCS	104 \pm 6.1 b	25 \pm 3.7 b	108 \pm 8.8 b	222 \pm 12.6 b
OCL	137 \pm 4.7 a	18 \pm 4.1 b	148 \pm 6.3 a	292 \pm 15.7 a
NOC	129 \pm 4.7 a	55 \pm 4.3 a	119 \pm 4.3 b	306 \pm 8.3 a

Medias seguidas de letras distintas indican diferencias significativas en la columna ($P < 0.05$)

Altos valores de temperatura y humedad diurnas se alternaron con noches de menores ITH como se observó durante las olas de calor leve, permitiendo a las vacas recuperar la normotermia, el efecto detrimental del calor no se evidenció en comparación a los días de no ola de calor.

REFERENCIAS

- American Meteorological Society. 1989. Glossary of Meteorology. < <http://ams.allenpress.com/perlserv> > Consultado en noviembre de 2008.
- Castro, H. 1998. Comportamiento en pastoreo. In: Producción de leche en verano. Valtorta, S.; Leva, P.; Castro, H.; Gallardo, M.; Maciel, M.; Guglielmone, A.; Ansiani, O. pp. 38-46.
- Hahn, G. 1995. Environmental management for improved livestock performance, health and well-being. Japanese J. Liv. Man. 30 (3): 113-127.
- Johnson, H.; Kibler, H.; Ragsdale A.; Berry, I.; Shanklin, M. 1961. Role of heat tolerance and production level in responses of lactating Holsteins to various temperature-humidity conditions. J. Dairy Sci. 44: 1191.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th.ed. Washington D.C., USA, National Academy Press. 381 p.
- Rodríguez, R. Herrera, M.; Blasón, A. 2003. Frecuencia, duración e intensidad de las olas de calor en la Argentina. In SBA/UFMS/UNIFRA (ed) Anais do CBA, (13°), pp 1087-1088. Santa Maria.
- St-Pierre, N.; Cobanov, B.; Schnitkey, G. 2003. Economic losses from heat stress by US Livestock Industries. J. Dairy Sci. 86 (E. suppl.): E52-E77.
- Tamminga, S.; Schrama, J. 1998. Environmental effects on nutrient and energy metabolism in ruminants. Archives of An. Nutrition 51: 225-235
- Thom, E.C. 1959. The discomfort index. Weatherwise 12: 57-59.
- Valtorta, S.; Gallardo, M. 1996. El estrés por calor en producción lechera. In INTA (ed.) Miscelánea N° 81 pp. 173-185, Rafaela.
- Valtorta, S.; Leva, P.; Castro, H.; Gallardo, M.; Maciel, M.; Guglielmone A.; Anzani, O. 1998. Producción de leche en verano. Centro de Publicaciones, Secretaría de Extensión, U.N.L., Santa Fe. 109 p
- Valtorta, S.; Leva P., Gallardo, M.; Scarpatti, O. 2002. Milk production responses during heat waves events in Argentina. In: Conference on Biometeorology and Aerobiology (15th); ICB (16th.), Kansas City, Mo, Boston. American Meteorological Society (ed). pp. 98-101
- Valtorta, S.; Gallardo, M.; Leva, P. 2004. Olas de calor: impacto sobre la producción lechera en la cuenca central argentina. In: AADA (ed), Reunión Argentina, (10°) y Latinoamericana (4°) de Agrometeorología, Memorias en CD. Mar del Plata.

COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE LAS PRECIPITACIONES EN CÓRDOBA: UN ENFOQUE PARA LA ADAPTACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO AL CAMBIO Y A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Seiler, R.A.; Rivarola, A.

Agrometeorología. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina

E-mail: rseiler@ayv.unrc.edu.ar

Palabras clave: Precipitaciones, Variabilidad Estacional, Cambio Climático.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas productivos agropecuarios revelan sensibilidad al comportamiento estacional de las lluvias. La intensificación cada vez mayor de las actividades y la aplicación de tecnología más refinada y clima dependiente, induce a los productores a interrogarse sobre los comportamientos pluviométricos de la primavera, del verano, del otoño y del invierno, en los lugares que se trate. En un contexto de cambio climático y de variabilidad climática al que los sistemas están expuestos, el conocimiento sobre los cambios estacionales de los promedios de lluvia y de la fluctuación interanual de las mismas, representa una información agroclimática de valor tanto para beneficiarse como para prevenirse de los mismos, favoreciendo la adaptación.

Considerando esta demanda de conocimiento, mediante este trabajo se propone determinar los cambios estacionales de las precipitaciones y de su variabilidad, en la región sur de la provincia de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis se realiza utilizando series de precipitaciones mensuales de cuatro localidades de la provincia de Córdoba, Río Cuarto, Manfredi, Laboulaye y Marcos Juárez, e incluyendo además las de Villa Mercedes (San Luis), Anguil (La Pampa) y General Villegas (Buenos Aires), a los fines de disponer referencias para la evaluación de la variación espacial de las condiciones analizadas. Los datos pluviométricos, que corresponden a los de estaciones meteorológicas de los respectivos lugares y para el período 1976-2008, fueron procesados como series de lluvias estacionales y anuales para cada lugar. La lluvia estacional se definió como la del total del trimestre del año, a partir del mes de comienzo de la respectiva estación. La anual fue la acumulación resultante para el año calendario. Finalmente, calculando promedios móviles de lluvia para períodos de diez años y del coeficiente de variación (CV), como expresión de la variabilidad de las mismas, se obtuvieron nuevas series las cuales se analizaron mediante el Test de Mann-Kendall (MK) y su versión secuencial (Freiwan y Kadioglu, 2008; Feidas *et. al.*, 2007).

El MK es un test no paramétrico, cuya versión secuencial permite detectar la existencia de tendencia, o el cambio gradual o súbito de una variable durante un intervalo de tiempo. El Test tiene también la capacidad de detectar el comienzo y el final de la tendencia. Es utilizado para pruebas de tendencias, especialmente cuando se analizan muchas series de tiempo simultáneamente. El estadístico se distribuye como una estándar gaussiana, permitiendo establecer los niveles de significancia de la prueba (Castañeda y González, 2008). A partir de la metodología descripta se analizó para cada uno de los lugares seleccionados, el cambio temporal de las lluvias estacionales y de su variabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran una tendencia generalizada de disminución de las lluvias en las estaciones de primavera y de verano. En la Tabla 1 puede observarse la secuencia de valores negativos del Test en ambas estaciones, para los diferentes lugares geográficos. Aunque sólo en algunos de los lugares esa tendencia negativa es significativa, esa generalización geográfica también se observa en la precipitación anual, comportamiento este último que coincide con los resultados hallados por De la Casa y Nasello (2010). Respecto de los otoños, en la misma tabla se observa que los mismos tienden a ser más lluviosos, aunque sólo en un caso, Villa Mercedes, el cambio es significativo. Los inviernos muestran en más lugares una tendencia de disminución, aunque no significativa en ninguno de ellos. A manera de ejemplo de los resultados de la versión secuencial del test MK, en la Figura 1 puede observarse que la tendencia significativa de aumento de las lluvias en Villa Mercedes, se produce a lo largo de toda la serie analizada. Los parámetros de análisis del Test no presentan ningún inter cruzamiento a lo largo de la serie que indiquen un cambio de tendencia durante el período considerado.

El análisis de los cambios en la variabilidad estacional de las lluvias muestra una tendencia de aumento de la variabilidad interestacional de las lluvias de primavera de la región de Córdoba, altamente significativa para Río Cuarto y Laboulaye (Tabla 2). La misma situación se observa en el verano en estos dos lugares, mientras que en Marcos Juárez disminuye y también en Manfredi en donde es altamente

significativa esa disminución. La variabilidad de las lluvias otoñales alterna entre tendencias positivas no significativas y tendencias de disminución, siendo significativa en Laboulaye. El invierno denota una disminución generalizada de la variabilidad, altamente significativa en la mayoría de los lugares. A manera de ejemplo también, en la Figura 2 la versión secuencial del Test permite identificar una disminución de la variabilidad de las lluvias de otoño desde el inicio de la serie hasta aproximadamente 1992, en donde luego del quiebre se identifica una tendencia positiva de la variabilidad hasta el final de la serie analizada.

Tabla 1. Tendencia de la precipitación anual y estacional para las localidades analizadas (Serie 1976-2008) y significancia de los valores del Test de Mann-Kendall

Estación	Anual	Prim.	Ver.	Ot.	Inv.
Río Cuarto	-0,24	-1,47	-0,15	1,61	0,11
Laboulaye	-1,62	-1,86	-2,2*	0,29	-0,79
Marcos Juárez	-2,06*	-2,71**	-1,12	0,45	-1,75
Manfredi	-1,63	-1,12	-2,1*	1,01	-0,77
Anguil	0,18	-0,26	-0,08	0,17	-0,20
Villegas	-0,34	-0,03	-1,31	0,62	-0,71
Villa Mercedes	0,74	0,36	-0,69	2,36*	0,48

* $\alpha=0.05$; ** $\alpha=0.01$

Tabla 2. Tendencia de la variabilidad temporal de la precipitación estacional para las localidades analizadas (Serie 1976-2008) y significancia de los valores del Test de Mann-Kendall

Estación	Prim.	Ver.	Ot.	Inv.
Río Cuarto	3.80**	3.40**	1.71	-5.16* *
Laboulaye	4.99**	5.60**	-2.51*	-4.91**
Marcos Juárez	0.07	-1.86	-1.89	-0.47
Manfredi	-0.07	-4.39**	1.31	-4.14**
Anguil	3.50**	1.02	0.62	0.57
Villegas	-3.65**	1.12	-0.82	-3.15**
Villa Mercedes	0.57	-1.91	1.81	-3.60**

* $\alpha=0.05$; ** $\alpha=0.01$

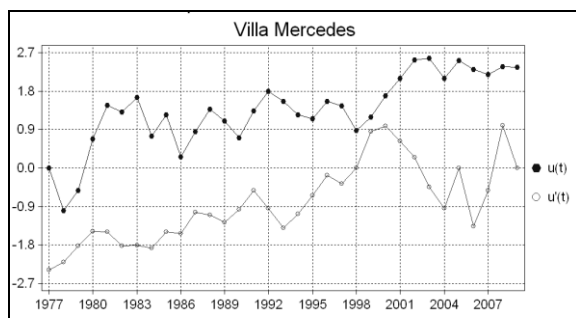


Figura 1. Tendencia de las precipitaciones otoñales en Villa Mercedes (Serie 1976-2008) de acuerdo a los parámetros del Test Secuencial de Mann-Kendall

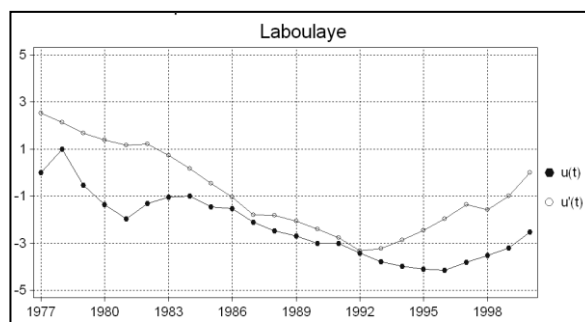


Figura 2. Tendencia de la variabilidad de las precipitaciones otoñales en Laboulaye (Serie 1976-2008) de acuerdo a los parámetros del Test Secuencial de Mann-Kendall.

CONCLUSIONES

El trabajo realizado permitió caracterizar componentes de la modificación estacional de las precipitaciones, tales como la cantidad y la variabilidad. Los resultados obtenidos indican en general para la región estudiada, primaveras menos lluviosas y con mayor variabilidad interanual en los registros; similar situación para el verano, a excepción de una tendencia de disminución de la variabilidad en Marcos Juárez y Manfredi; otoños con leve tendencia de aumento en las lluvias y de disminución de la variabilidad e inviernos con tendencia de disminución de ambos parámetros.

REFERENCIAS

- Castañeda M. E. y M. H. González. 2008. Statistical analysis of the precipitation trends in the Patagonia region in South America. *Atmósfera* 21(3): 303-317
- De la Casa, A y O. Nasello. 2010. Breakpoints in annual rainfall trends in Córdoba, Argentina. *Atmospheric Research* 95: 419-427
- Feidas, H., Ch. Nouloupoulou, T. Makrogiannis y E. Bora-Senta. 2007. Trend analysis of precipitation time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955-2001. *Theor. Appl. Climatol.* 87: 155-177
- Freiwan, M y M. Kadioglu. 2008. Climate variability in Jordan. *International Journal of Climatology* 28: 69-89

Sotelo, C.E.; Shindoi, M.; Prause, J.

Cátedra de Agroclimatología - Facultad de Ciencias Agrarias- Universidad Nacional del Nordeste.

Email: cristinasotelo4480@yahoo.com.ar

Palabras claves: rendimiento, déficit hídrico, *Helianthus annuus*.

INTRODUCCIÓN

El agua aportada por las precipitaciones es un recurso esencial para las actividades humanas, en particular para las agrícola-ganaderas. En agosto de 2008, en Argentina, la provincia del Chaco fue declarada bajo emergencia agropecuaria por sequía junto con las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y La Pampa. Estudios anteriores al presente evaluaron las características de las lluvias según la estación del año en la que se produjeran (Zapperi et al., 2006; Zapperi et al., 2007; Gil et al., 2008) y se advirtieron importantes diferencias en los montos anuales y mensuales de precipitación para los años analizados. Asimismo, el estudio de las lluvias, su variación temporal y sus efectos sobre distintas actividades es un objetivo de trabajo de varios autores en el país (Sierra et al., 1995; Ravelo et al., 2005; Asborno et al., 2006). Para la producción de secano en la provincia del Chaco, cuyo régimen hídrico es del tipo isohigro con tendencia a monzónico (Papadakis, 1952 y Bruniard, 2000) son importantes los volúmenes precipitables dentro del semestre cálido. Los cultivos anuales (girasol, soja, maíz, sorgo y pasturas) dependen de esta variable y de su distribución temporal, para expresar su potencial productivo en cada campaña agrícola. Dentro de las etapas de crecimiento y/o de desarrollo de cada tipo de cultivo se encuentran periodos denominados "críticos", en el que la disminución o falta de algún elemento meteorológico, en este caso las precipitaciones, produce alteraciones en su ciclo ontogénico, y estas a veces se reflejan en los rendimientos (Miralles et al. 2003). En este trabajo se analizan la distribución de las precipitaciones que ocurrieron en las campañas 2007 – 2008 y 2008-2009 en la localidad de Basail-Chaco y sus consecuencias en el rendimiento del cultivo de Girasol (*Helianthus annuus*).

MATERIALES Y METODOS

Los datos que se analizaron son de la localidad de Basail (27° 53' S, 59° 16' O), departamento de San Fernando, provincia del Chaco. En este trabajo se procedió de manera sencilla para establecer las distribuciones y variaciones de las precipitaciones anuales y mensuales. Se utilizaron los datos de medias anuales y mensuales (Observatorio Agrometeorológico de la EEA, INTA Colonia Benítez y Dirección de Suelos y Agua Rural-Chaco) de precipitación obtenidas de series históricas largas (del año 1956-1995), para comparar con las campañas analizadas. Se analizaron los meses secos con el Índice de Gauss: Precipitaciones mensual $\leq 2 * T^{\circ}$ (media mensual-Estación Meteorológica Colonia Benítez -INTA). También se obtuvo el rendimiento promedio de cada campaña (Ministerio de la Producción – Provincia del Chaco) y se realizó una correlación de Pearson con la sumatoria de las precipitaciones del semestre cálido (desde la campaña 2002-2003 a la 2008-2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones en la campaña 2007-2008 (Figura 1), a pesar de que fueron menores a los datos históricos en el ciclo hidrológico, fueron uniformes en los meses de implantación del cultivo de girasol. Además en el otoño se produjeron precipitaciones suficientes para recargar el perfil del suelo. En la campaña 2008-2009, el suelo no acumuló agua en el perfil en la estación de otoño y, en el ciclo del cultivo fue inferior a los promedios históricos no habiendo uniformidad en las mismas. Si observamos la distribución anual de las lluvias vemos como en la campaña 2007-2008 los meses donde se encuentra implantado el cultivo no se registraron meses secos a pesar de ser menor las precipitaciones en estos meses al promedio histórico. En la campaña 2008-2009 el déficit hídrico coincide con los estadios críticos del cultivo de girasol.

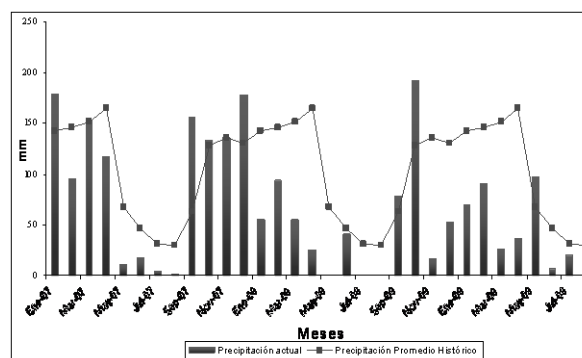


Figura 1: Precipitaciones mensuales actuales en las campañas 2007-2008 y 2008-2009 y Promedio Histórico.

Meses Secos: Mayo a Agosto 2007; Enero, Marzo a Agosto, Noviembre y Diciembre 2008; Marzo, Abril y Junio a agosto del 2009.

Estos datos coinciden con lo encontrado por Gil *et al.*, (2008) donde el régimen de precipitaciones presenta máximos en primavera y en otoño y mínimos en invierno, sin embargo en los últimos años se observó un incremento en los montos durante los meses de verano, mientras en los meses de otoño el milimetrage tuvo una distribución irregular. Campos *et al.*, (2009), encontró que el monto de precipitación en el 2004 superó la media, sin embargo no se revirtió la tendencia de sequía que ya había comenzado. Se observa claramente en el Figura 1 que la tendencia de sequía en lugar de revertirse se ha profundizado.

Si observamos la Figura 2, vemos el déficit hídrico de los últimos 6 ciclos hidrológicos, haciéndose más marcado en los últimos 2 años, donde también podemos observar cómo las precipitaciones responden a ciclos de déficit y excesos.

Campos *et al.*, (2009) encontraron que para el sudeste de Buenos Aires entre los años 1987 y 1988 se produjo un importante déficit de lluvias, lo que demuestra que este tipo de fenómeno meteorológico

presenta ciclos de ocurrencia en la zona. Sin embargo, años después los montos de precipitación superaron los valores medios y también se produjeron inconvenientes, aunque de distinto tipo, como por ejemplo la inundación de rutas y caminos vecinales.

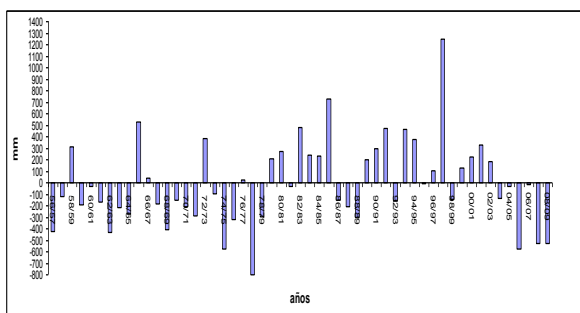


Figura 2: Diferencia entre la precipitación media anual histórica y la anual de cada campaña. El cero de la ordenada es el promedio histórico de precipitación anual.

Actualmente, se han producido importantes pérdidas económicas a causa de los bajos rendimientos en las cosechas y la muerte del ganado. Con respecto al rendimiento del cultivo de girasol, en la campaña 2007-2008 el rendimiento fue menor al promedio en la zona (Tabla 1). En la campaña 2008-2009 los rendimientos fueron tan bajos en la zona que algunos productores no cosecharon el cultivo por la pérdida económica que significó. El análisis de correlación de Pearson dió un $r = 0,73$ lo que nos indica una alta relación entre las precipitaciones totales del semestre cálido y los rendimientos obtenidos en la zona.

Tabla 1: Rendimiento promedio (kg.ha⁻¹) del cultivo de girasol desde las campañas 2002-2003 y 2008-2009 y precipitaciones del semestre cálidos (mm).

Campañas	Precipitaciones(mm)	Rendimiento(kg.ha ⁻¹)
02-03	835,00	1500
03-04	816,00	1500
04-05	563,00	1200
05-06	188,00	1000
06-07	259,00	1100
07-08	498,00	1600
08-09	368,00	400

CONCLUSIONES

Las precipitaciones totales anuales en las campañas 2007-2008 y 2008-2009, fueron menores a los promedios históricos.

En la campaña 2008-2009, fue más marcado el déficit hídrico en el ciclo del cultivo, por lo que el rendimiento de girasol disminuyó.

Se presentaron meses secos en períodos que normalmente en la zona hay exceso hídrico.

De los resultados obtenidos de la presente investigación se puede inferir que el monitoreo permanente de las precipitaciones ayuda en la toma de decisiones con respecto a las rotaciones e intensidad de cultivos.

REFERENCIAS

- Asborno, M. y Pardi, M. 2006. Variación climática de las lluvias registradas en Los Hornos. La Agrometeorología y el Desarrollo Local 1ª Edición. Universidad Nacional de La Plata. Agrometeorología CDD 630.251 5. ISBN 950-34-0374-X.
- Bruniard, E. 2000. Los regímenes climáticos y la vegetación natural. Aportes para un modelo fitoclimático mundial. Academia Nacional de Geografía. Publicación Especial N° 16. 79 pp.
- Campo, Alicia M.; Ramos, María B.; Zapperi, Paula A. 2009. Análisis de las variaciones anuales de precipitación en el suroeste bonaerense, Argentina. www.egal2009.easypanners.info
- Gil, V.; Zapperi, P.; Campo, A.; Iuorno, Ma.V.; Ramborger, Ma.A. 2008. Análisis de las precipitaciones de otoño y primavera en el Suroeste bonaerense. VII Jornadas de Geografía Física. Universidad Católica de Santiago del Estero. San Salvador de Jujuy.
- Miralles, D. J., Windauer, L. B. y Gomez, N.V.: 2003. Factores que regulan el desarrollo de los cultivos de granos. Editorial Facultad de Agronomía. UBA. p. 61 – 74. ISBN 950-29-07 13-2. Buenos Aires. Argentina.
- Papadakis, J. 1952. Ecología de los cultivos. Tomo II Ecología Especial. p 461.
- Ravelo, A.; Irastorza, R., y Zanvetor, R., 2005. Zonificación de la región pampeana argentina según tendencias de series pluviométricas (1931-2000). RADA 2005.
- Sierra, E.; Hurtado, R; Spescha, L.; Barnatan, I., y Messina, C., 1995. Corrimiento de las isoyetas semestrales medias decenales (1941-1990) en la región pampeana. Rev. Fac. Agr. UBA, 15(2-3): 137-143.
- Zapperi, P., Casado, A., Gil, V., y Campo, A. 2006. Caracterización de las precipitaciones invernales en el Suroeste bonaerense. IV Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense. UNS.
- Zapperi, P.; Ramos, M.; Gil, V. y Campo, A., 2007. Caracterización de las precipitaciones estivales en el Suroeste bonaerense. Contribuciones Científicas, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos 68 Semana de Geografía.

FRÍO INVERNAL Y USO DE COMPENSADORES QUÍMICOS PARA LA MEJORA DE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS EN PLANTACIONES DE KIWI

Torres, R.; Michlig, F.; Rodríguez, M.; Traversaro, M.¹

¹ Departamento de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Curso de Fruticultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata, Calle 60 y 119 s/n. La Plata, CP 1900, Argentina

E-mail: rtorres@agro.unlp.edu.ar

Palabras clave: horas de frío, cianamida de hidrógeno, brotación, floración.

INTRODUCCION

El Kiwi (*Actinidia deliciosa*, Chevalier, Liang & Ferguson) es originario de las regiones boscosas del centro de China en la región del valle del río Yangtze. Presenta necesidades de frío para que los procesos fisiológicos sean óptimos. En ese sentido Warrington y Weston, (1990), explican que el principal efecto del frío invernal es mejorar la floración en forma cuantitativa a través de la disminución de la cantidad de estructuras florales tendientes a abortar. Sin embargo el inicio del letargo en las yemas de las variedades pistilíferas para que sean efectivas las horas de frío no está bien determinado, existiendo estudios llevados a cabo en Chile que indican que en el cultivar Hayward se produce un letargo a principios de mayo y que su máximo letargo se da entre fines de mayo y principio de junio cuando se han registrado 300 horas por debajo de los 7°C (Valenzuela, 1987).

Estudios realizados en Chile indican que la brotación ocurre a mediados de septiembre, pero el porcentaje de yemas brotadas estaba en función de las horas de frío acumulado en el invierno precedente comprendido entre 600 y 750 HF. En caso contrario se recurriría a prácticas diversas como defoliaciones o aplicaciones de cianamida hidrogenada de modo de lograr brotaciones del orden del 65% (Gratacós, 2010).

Estudios llevados a cabo en cuatro localidades de España para la campaña 2002/2003, coincidente con un invierno benigno, las horas de frío contabilizadas fueron de 383 para la localidad de Grado y 281 para Villaviciosa, muy por debajo de las sugeridas para una brotación adecuada (Ciorda Ara, 2010).

Experiencias realizadas en Chile y España, han generalizado aplicaciones en fechas predeterminadas de cianamida de hidrógeno en concentraciones que van desde el 2 hasta el 5 %, arrojando diversos resultados respecto al adelantamiento de la brotación y uniformando la misma (Salinero y Lema 1999; Hervias y Loreto, 2010).

Debido a la irregularidad con que se presentan las horas de frío de los últimos años, y con el fin de cubrir esos requerimientos y uniformar la brotación, se ha generalizado en la zona del partido de La Plata el uso de reguladores

como la cianamida hidrogenada. Esta aplicación resulta eficiente con dosis del 1% del regulador cuando al menos se alcanzó una acumulación de 580 horas de frío por debajo de los 7°C. (Gil Salaya, 1999).

En la región Platense, la suma de horas de frío ha sido fluctuante en los sucesivos años. El estudio para la elección de un cálculo estimativo de horas de frío efectivas por distintos métodos, realizado por Pardi y Asbornio (2004) durante 10 años, dio como resultado que el de mayor exactitud para la localidad de La Plata era el método de Crossa-Raynaud con 621 horas de frío frente al cómputo directo que fue de 676.

No obstante ha surgido la duda sobre la utilidad de aplicaciones de cianamida de hidrógeno en inviernos que presentan mayor cantidad de horas de frío que las registradas en los periodos invernales, teniendo en cuenta que su aplicación se realiza en función de los registros de brotación en años anteriores y no de la suma térmica alcanzada previamente a la realización del tratamiento. Por lo expuesto el objetivo fue estudiar la respuesta de los índices de brotación, brotación fértil y fertilidad de yemas en una plantación de Kiwi, frente a la aplicación de dosis variables de cianamida de hidrógeno (CNH) como compensador de frío.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la localidad de La Plata para las condiciones térmicas invernales durante el año 2009, sobre un monte de Kiwi variedad "Hayward", con plantas distribuidas en un diseño rectangular a distancias de 4m x 2m y conducidos en forma de parral. El diseño fue completamente al azar con planta parcela y ocho repeticiones. Se realizaron tratamientos con cianamida de hidrógeno (CNH 52 % SL) marca comercial Dormex® en concentraciones al 3,5; 4 y 5% de producto activo aplicados el 14/08/09, y un control (T₁, T₂, T₃ y T₀ respectivamente) a razón de 1200 lt/ha. Se calculó el frío invernal a partir del 1° de mayo al 30 de setiembre por el método de Crossa-Raynaud (Melgarejo Moreno, 1996):

$$HF = 24 * [(7 - m) / (M - m)]$$

en donde:

HF= horas de frío por debajo de 7 °C

M=Temperaturas máximas horarias de un día (°C)

m= Temperaturas mínimas horarias de un día (°C)

Por análisis de la varianza se evaluaron:

- 1.- Índice de brotación (IB):
$$n^{\circ} \text{ brotes} / n^{\circ} \text{ yemas} \times 100$$
- 2.- Índice de brotación fértil (IBF):
$$n^{\circ} \text{ brotes con flor} / n^{\circ} \text{ de yemas} \times 100$$
- 3.- Índice de fertilidad (IF).
$$n^{\circ} \text{ de flores} / \text{brotes con flor}$$

Se registró como fecha de inicio de brotación para el ensayo el 16/09/09.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contrariamente a lo estudiado por Valenzuela (1987), no se lograron las 300 horas de frío para el máximo letargo durante el periodo comprendido entre fines de mayo principio de junio. Sin embargo la suma total en horas de frío calculadas para la brotación superaron a las recomendadas por Gratacós (2010) (Tabla 1).

Tabla 1. Suma de hora de frío (HF) mensual y total según Crossa-Raynaud

Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Total
70,4	207,6	262,7	118,1	100,3	759,1

Las horas de frío calculadas hasta la aplicación de CNH el 14/8/09 fue de 612,8 superando las recomendadas para justificar la aplicación de CNH al 1 % por Gil Salaya, (1999). La fecha de inicio de brotación se anotó el 16/9/09, habiéndose registrado hasta ese momento 695,5 HF.

En la Tabla 2 se muestran los índices evaluados y su significancia de acuerdo al tratamiento recibido. Para las plantas que no recibieron dosis de CNH, el índice de brotación resultó significativamente menor que los tratamientos con mayores dosis. Sin embargo, ninguno de los datos medios indicados alcanzó el porcentaje resuelto por Salinero y Lema (1999), en su experiencia con plantas de Kiwi evaluadas sin compensador de frío invernal, que fue de 51,94 % de brotación. Para el sur de Chile los IB pueden alcanzar valores entre 45 y 55 %, resultando los tratamientos T2 y T3 quienes presentaron comportamientos semejantes con aquellos (Gratacós, 2010).

Tabla 2. Índices medios vegetativos y productivos por tratamiento

	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
IB	41,2	42,3	47,8 *	48,0 *
IBF	31,3	28,0	41,0 **	40,0 **
IF	3,86	3,45	4,17	4,49 **

* Significancia al 5 %, ** Significancia al 1% en las filas

De acuerdo a lo observado en esta experiencia, los resultados obtenidos por Salinero y Lema (1999), no difieren con los IBF con 41,06 y 41,88 % e IF con 4,24 y 4,27 % para el control y

tratados al 4% con CNH respectivamente. Estos índices se acercan a los obtenidos en los tratamientos con dosis mayores (tabla 2).

Otro factor que afecta la fertilidad de las yemas y se verá reflejado en los índices vegeto-productivos, es la influencia de la luminosidad sobre los cargadores durante el verano anterior. De acuerdo a Grant y Ryugo (1984), los brotes expuestos a la luz durante el verano, alcanzan IB de 80%, IBF de 78% e IF de 5% frente a 41%, 34 % y 4 % respectivamente cuando los brotes no han estado expuestos a la luz. Citado por Gratacós (2010).

CONCLUSIONES

La concentración de 5% resultó el mejor compensador de frío, esto indicaría que dosis inferiores para esta localidad serían insuficientes para compensar la falta de frío invernal. Sin embargo, deberían evaluarse combinaciones de menores dosis conjuntamente con otros parámetros como la luminosidad durante el verano precedente.

REFERENCIAS

- Ciorda Ara, M., Fueyo Olmo M y Braña Argüelles M. www.serida.org/resultados/000002752003.pdf consultado 15 de junio de 2010
- Gil Salaya, G. 1999. Fruticultura. El Potencial Productivo. Ed. Alfaomega. México.
- Hervias, B, Loreto, A. Efectos de distintas dosis y mezclas de cianamida de hidrógeno y DNOC en conjunto con aceite miscible [Dormex, Selinon] sobre brotación en kivis (*Actinidia deliciosa* A. Chef). <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=1998/CL/CL98004.xml:CL1998000038> consultado 20 de junio de 2010
- Melgarejo Moreno, P. 1996. El frío invernal, factor limitante para el cultivo frutal. Modelos y métodos para determinar la acumulación de frío y calor en frutales. A. Madrid Vicente Ediciones. Madrid. España.
- Pardi, H. y Asborn, M. 2004. Métodos de estimación de horas de frío efectivas, su relación con las horas reales y las temperaturas mínimas medias. CD-Rom de la X Reunión Argentina y LV Latinoamericana de Agrometeorología.
- Salinero, M.; Lema, M. (1999). Efecto de la Cianamida de Hidrogeno en la brotación, fertilidad, composición y producción de Kiwi (*Actinidia deliciosa*, Chevalier, Liang & Ferguson). Investigaciones Agropecuarias: Producción Vegetal, Vol. 14 (3).
- Valenzuela, L 1987. Estudio sobre el letargo y desarrollo floral del Kiwi cv. Hayward. Tesis Mag. Sc. 151 pp. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica Santiago-Chile.
- Gratacós, E. www.profesores.ucv.cl/eagratacos consultado el 15 de junio de 2010
- Warrington y Weston, (1990). Kiwifruit. Science and management. New Zeland Society for horticultural Science. Ed. Ray Richards.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AIRE SOBRE EL CONTENIDO DE MATERIA SECA EN FRUTOS DE KIWI

Traversaro, M.; Torres, R.; Rodríguez, M.

Departamento de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Curso de Fruticultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Calle 60 y 119 s/n La Plata, CP 1900 Argentina.

E-mail: ltraversaro@agro.unlp.edu.ar

Palabras clave: largo de cargadores, horas de frío, acumulación calórica.

INTRODUCCION

Dentro de los factores climáticos que influyen sobre la actividad de una región considerada con potencial frutícola, la influencia térmica es considerada como determinante para su realización. Para el Kiwi (*Actinidia deliciosa*, *Chevalier*, *Liang & Ferguson*), los autores han citado requerimientos de frío invernal que varían desde las 700 a 900 HF, no obstante en España se han alcanzado brotaciones fértiles con 383 y 281 HF en las localidades de Grado y Villaviciosa respectivamente (Bascuñana Casasús, 1989; Ciordia Ara, 2003). El conocimiento previo de las mismas así como las variaciones que ocurran anualmente, permiten actuar con diversas técnicas para alcanzar uniformidad de calidad a la cosecha. Se ha observado un desfase durante la floración de las yemas ubicadas en diferentes posiciones de las ramas fructíferas, en diversas especies frutales cultivadas en regiones con ocurrencia de inviernos benignos. Como consecuencia de este efecto se produce un alargamiento de la fase fenológica de floración. (Gil-Albert Velarde, 1998).

La cantidad de yemas que quedan luego de la poda van a estar en relación con: la densidad de plantación, las características pedológicas de la zona y el conocimiento respecto al porcentaje de brotación, desarrollo, fertilidad y peso medio de los frutos a la cosecha. Estudios realizados en donde se evaluó la calidad de frutos sobre distintos largos de cargadores, concluyeron que aquellos con menor número de yemas producían una excesiva densidad vegetativa, originaban mayor producción, pero de menor tamaño de frutos, respecto al uso de cargadores con mayor número de yemas. (Costa-Testolin, 1990).

El tenor de Materia Seca es un indicador confiable sobre la calidad del Kiwi, que esta sujeto a un exceso o carencia de agua durante su cultivo (Kleiber, 1995). Estudios realizados por Liang y Ferguson sobre el cultivo, demostraron su sensibilidad al desequilibrio hídrico durante los meses de verano. Ciordia Ara *et al.* (1993) observaron que a partir de la sexta semana de plena floración la ocurrencia de un déficit hídrico comprometía el tamaño de frutos por debajo de los parámetros de calidad.

El objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto de las horas de frío y de las condiciones

térmica-hídricas primavero-estival sobre el contenido final de materia seca en frutos de Kiwi, conducido con diferentes largos de cargadores, para dos campañas consecutivas, en La Plata

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en una plantación de la variedad "Hayward" en plena producción, distribuida a 4m x 3m y conducida en forma de parral con podas invernales dejando 180.000 yemas por hectárea con cargadores de 8 y 12 yemas. El diseño experimental fue completamente al azar con planta parcela y cuatro repeticiones por tratamiento. Durante las campañas 2006/2007 y 2007/2008 se calcularon las horas de frío por el método de Mota (Melgarejo Moreno 1996), donde se estudia la correlación entre las horas-frío y la temperatura media de los meses de mayo, junio, julio y agosto de cada campaña en evaluación

$$y = 485,1 - 28,52 x \quad (1)$$

donde:

y = número mensual de horas bajo 7 °C

x = temperatura media mensual del mes considerado

Se calculó la acumulación calórica (GD) a partir del 1° de setiembre hasta la fecha de cosecha.

$$Uc = \sum (Tm - t) \quad (2)$$

donde:

Uc= Unidades de calor (°C) acumulados en el periodo. Tm= Temperatura media diaria (°C) y t= Temperatura umbral.

De acuerdo a experiencias realizadas por Tabuenca y Herrero (1966), la temperatura umbral de 6 °C utilizada en el presente estudio, arrojaban los mejores resultados cuando se trabajaba con frutales, (Melgarejo Moreno 1996)

En la cosecha se evaluó peso fresco por fruto (gr), en muestras tomadas al azar para cada tratamiento y para cada campaña. Se llevaron los frutos a estufa con temperatura de secado de 60 °C. Se determinó el peso seco al final y se calculó el contenido de materia seca (%). Se realizó el estudio de contrastes por prueba de "t" de materia seca entre campañas y largos de cargadores.

RESULTADOS Y DISCUSION

El cálculo de las HF para las campañas en estudio, resultaron suficientes para la ocurrencia de una brotación fértil. De acuerdo a los cálculos para el año 2007 las HF de mayo a agosto superaron ampliamente a las calculadas durante el año previo (Bascuñana Casasús, M. 1989) (Tabla 1)

El contenido de materia seca de frutos a la cosecha, no ha reflejado diferencias según el largo de cargadores (8 y 12 yemas/cargador) manejado en cada campaña. (Costa-Testolin, 1990). Sin embargo, se observan diferencias significativas cuando se contrastan igualdad de largos de cargadores entre campañas. (Tabla 2).

Tabla 1. Resultados de los cálculos en horas de frío mensuales (HF) de acuerdo al método de Mota para dos años consecutivos

	May	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
HF/06	168,9	176,3	144,6	177,2	121,7	788,7
HF/07	192,2	250,1	294,3	256,0	64,9	1057,5

Tabla 2. Contenido de materia seca en frutos (%), para dos campañas consecutivas conducidas con diferentes largos de cargadores

Yemas / cargador	2006/2007	2007/2008	Significancia
8	18.27	20.79	**
12	17.91	20.23	**
Significancia	n/s	n/s	

n/s: no significativo

** : altamente significativo al 0,1%

Este efecto puede relacionarse con las temperaturas ocurridas durante el crecimiento de frutos durante las temporadas (Figura 1) y la influencia de las precipitaciones primavero-estivales

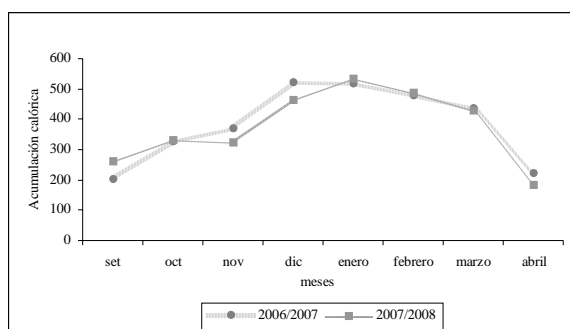


Figura 1. Distribución de la acumulación calórica mensual para dos campañas consecutivas de cosecha de frutos.

La acumulación calórica entre campañas resultó ligeramente superior hacia fines de primavera principio del verano 2006/2007 respecto al mismo periodo del año 2007/2008.

Estudios realizados en Nueva Zelanda indican que la característica principal de las precipitaciones es que se distribuyan a lo largo del periodo vegetativo, con una media mensual de 100mm. (Bascañana Casasús, M. 1989). Los datos

relevados para la región platense, marcan una sumatoria pluviométrica de 708,7mm. para la campaña 2006/2007 comprendidas entre los meses septiembre a marzo y 751,8 mm para igual periodo de la campaña siguiente. Si bien coinciden con una media de 100 mm mensuales, la distribución durante 2007/2008 marcó un severo déficit entre septiembre a noviembre con precipitaciones de 60, 19,6 y 79,9 mm y demandas por ETP de 127,9, 159,3 y 158,8 mm respectivamente. Este período es fundamental para alcanzar los mayores volúmenes de frutos y por ende de acumulación de azúcares, en el cual los riegos aplicados periódicamente pudieron haber mejorado el tamaño final de frutos. Esto confirma lo sugerido por Kleiber (1995). Para la campaña 2006/2007, la distribución hídrica resultó con meses de escasas y altas precipitaciones en forma alternada. Esta alternancia y el riego periódico efectuado, sin tener en cuenta los requerimientos propios del cultivo, no beneficiaron la acumulación de materia seca para los largos de cargadores dejados (Tabla 2). Ciordia Ara *et al.* (1993) llevaron a cabo estudios sobre un cultivo de kiwi en Villaviciosa (España), cuantificando el crecimiento de los frutos contemplando el uso de riegos suplementarios. Los resultados obtenidos fueron que plantas regadas con el 100% de ET dieron volúmenes de frutas de 80,5 % correspondientes a la categoría extra, mientras que plantas sin riego solo llegaba un 14,85% de la misma categoría.

REFERENCIAS

- Bascañana Casasús, M. 1989. Características vegetativas, *Cultivo de la Actinidia-kiwi*- Ed. Aedos. 33-36.
- Ciordia Ara, M. 2003. <http://www.serida.org/resultado/000002752003.pdf> consultado el 14 mayo de 2010.
- Ciordia, M.; Díaz, M.; García, J.; Coque, M.1993. Curva patron de crecimiento del fruto de Kiwi determinado por diferentes tratamientos hidricos. *Serie Divulgación* N° 9 Instituto de Experimentación y Promoción Agraria. Principado de Asturias
- Gil-Albert Velarde, F. 1998. El efecto de las temperaturas elevadas en invierno. *Tratado de arboricultura frutal*. Vol. II. Ed. Mundi Prensa. 35-38.
- Costa, G. y Testolin, R. 1990. Potatura, produzione e qualità dei frutti mel'actinidia. *Rivista di FRUTTICOLTURA*. N° 10, 19-23.
- Kleiber, D. 1995. Uso e limiti dei criteri di valutazione della qualità del kiwi. *Rivista di FRUTTICOLTURA* N° 4, 43-46.
- Melgarejo Moreno, P. 1996. *El frío invernal factor limitante para el cultivo frutal*. Ed. A.Madrid Vicente
- Tabuenca, M. y Herrero, J. 1966. Influencia de la temperatura en la época de floración de los frutales. *An. Aula Dei*, 8:115-1.

EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA Y DE LA RADIACIÓN EN UN PERÍODO DE ESTRÉS HÍDRICO EN SOJA

Vaiman, N.¹; Elizalde, J. H. I.¹; Lallana, V. H.¹; Brizuela, A. B.²

¹Cátedra de Fisiología Vegetal, ²Cátedra de Climatología Agrícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos. Ruta 11, km 10, (3101), Oro Verde, Paraná, Entre Ríos.

E-mail: nicolas_vaiman@hotmail.com

Palabras clave: soja, rendimiento, radiación interceptada.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de soja son el resultado de un determinado potencial genético interactuando con el ambiente. Durante períodos de déficit hídrico se produce menor traslocación de fotoasimilados en la planta, debido a la reducción de la fotosíntesis en las hojas y a la inhibición del crecimiento de los órganos de la planta (Sionit y Kramer, 1977). Se ha encontrado una estrecha relación entre la cantidad de radiación lumínica interceptada por la planta y su crecimiento en peso y también una correlación positiva entre el IAF y el rendimiento por unidad de superficie de suelo (Aguirrezabal et al., 1996). En condiciones de estrés, la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) presenta variaciones (Muchow et al., 1993), al igual que la eficiencia en el uso del agua (EUA) varía entre climas que condicionan la demanda atmosférica (Andrade y Sadras, 2002).

El objetivo del trabajo fue evaluar la radiación solar interceptada, la eficiencia del uso del agua y el área foliar del cultivo de soja en relación al rendimiento durante un período de estrés hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó en un lote de 20 ha ubicado en el departamento Paraná (S 31° 51' 53''; O 60° 31' 43'') sembrado el 01/12/08 a 70 cm de distancia entre líneas. La variedad utilizada fue Nidera A 6126 RG, grupo de maduración 6.1 y de hábito de crecimiento determinado.

El campo fue sectorizado en tres sitios: loma (1), media loma (2) y bajo (3), siguiendo una transecta en dirección NE-SO y con una separación aproximada de 250 m entre cada sitio.

Los estadios fenológicos se denominaron de acuerdo a la escala para soja de Fehr y Caviness (1977) muestreándose en: VC (23/12/08), V3 (14/01/09), V4 (21/01/09), R2 (26/02/09), R6 (03/04/09) y R8 (20/04/09). En cada fecha se evaluó la densidad de plantas, cobertura, radiación fotosintéticamente activa (PAR) incidente e interceptada (medida con ceptómetro) y en las últimas tres fechas se cosecharon plantas para determinar biomasa e índice de área foliar (IAF) por el método propuesto por Lallana (1999).

El coeficiente fototérmico (Q) se calculó como la relación entre los datos diarios de radiación solar incidente (MJ m^{-2}) y temperatura media ($^{\circ}\text{C}$).

La suma térmica fue calculada según:

$$GD(^{\circ}\text{C}) = \sum_{i=1}^n (T_i - T_b) \quad (1)$$

donde: $GD (^{\circ}\text{C})$ es la suma térmica o grados-día acumulados en los n días del período emergencia-maduración; T_i es la temperatura media diaria del aire ($^{\circ}\text{C}$) y T_b es la temperatura base, de 8°C (Jones et al., 1991).

Se calcularon las necesidades hídricas diarias a partir de E_{To} y K_c , según Della Maggiore et al. (2006). La EUA se calculó como la relación entre el rendimiento y la cantidad de agua evapotranspirada (Andrade y Sadras, 2002) y la EUR se calculó como la biomasa producida por MJ de radiación interceptada entre R2 y R6.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EL balance hídrico negativo se hace muy marcado en enero del 2009 con la soja recién emergida y se acentúa con el avance del ciclo del cultivo hasta el comienzo de marzo (Fig. 1).

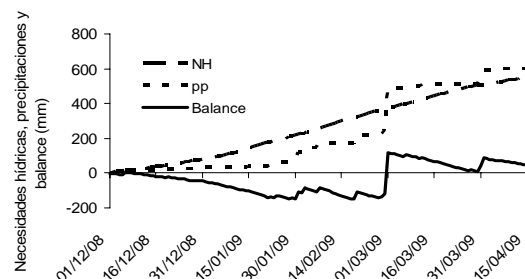


Figura 1. Precipitaciones (pp) y necesidades hídricas (NH) acumuladas, y balance durante el período 01/12/2008 - 20/04/2009 (Datos EEA INTA Paraná).

La EUR promedio fue baja, $0,93 \text{ g MJ}^{-1}$, respecto a valores hallados por Andriani *et al.* (1991) que oscilaron entre $1,07$ y $1,50 \text{ g MJ}^{-1}$ en R4-R6 con sequía inducida.

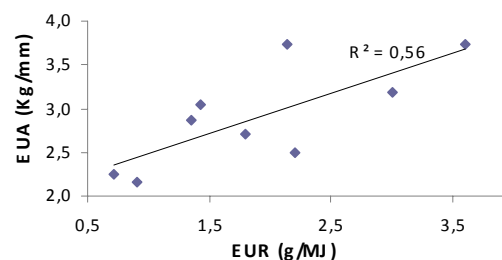


Figura 2. Relación entre la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) y la eficiencia en el uso del agua (EUA).

En cuanto a la relación de la EUR con la EUA, se encontraron valores similares a los citados por Caviglia y Sadras (2001) para trigo, en los que la variación en la primera explicaba un 60% de la variación en la EUA (Fig. 2).

La tasa de asimilación neta (NAR o E) calculada para el período entre R2 y R6 fue de 1,49 g m⁻² día⁻¹, valor inferior a los valores normales que oscilan entre 5 y 10 g m⁻² día⁻¹ (Larcher, 1980).

Los resultados de este trabajo son similares a los encontrados por Canfalone et al. (2002) quienes observaron una mayor producción de biomasa en relación a la suma térmica en el tratamiento de mayor disponibilidad hídrica, al relacionarse el sitio 3 (bajo) con una mayor probabilidad de acumular agua útil en el perfil del suelo (Fig. 3).

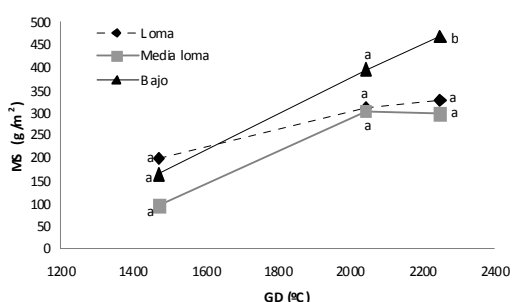


Figura 3. Materia seca (MS) en función de los grados-día (GD) acumulados para los tres sitios. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Duncan ($\alpha=0,05$).

Tabla 1. Índice de área foliar (IAF) en cada sitio en los estadios R2 y R6.

Estadio	Loma	Media loma	Bajo
R2	4,4	1,47	1,58
R6	1,11	1,18	1,95

El cociente fototérmico medio obtenido para un período de 20 días previos a R2 fue de 0,88, de 0,89 para el período VC-R2 y 0,80 entre R2 y R8.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en favor del sitio 3 para cobertura, EUR y EUA (Tabla 2), y también en cuanto a rendimiento (2211 Kg ha⁻¹) en comparación con los sitios 1 y 2 (1742 Kg ha⁻¹ y 1473 Kg ha⁻¹, respectivamente).

Tabla 2. Densidad de plantas, IAF, cobertura, intercepción de la radiación (en R6), EUR, EUA y rendimiento en los tres sitios de muestreo. Letras distintas en sentido de columnas indican diferencias significativas según prueba de Duncan ($\alpha=0,05$).

Sitio	Densidad (pl.m ²)	IAF	Cobertura (%)	Intercepción (%)	EUR (g.MJ ⁻¹)	EUA (Kg.mm ⁻¹)	Rendimiento estimado (Kg.ha ⁻¹)
1	22,8 a	1,11 a	67,67 b	72 a	0,48 a	2,80 a	1742,57 a
2	24,7 a	1,18 a	54,82 a	71 a	0,87 b	2,37 a	1473,38 a
3	25,2 a	1,95 a	71,07 b	80 a	1,45 c	3,56 b	2211,49 b

El IAF fue bajo y no alcanzó, en la mayoría de los casos, al IAF crítico el cual oscila entre 3,1 y 4,5 (INTA – SAGPyA, 1997) y sólo presentó una

tendencia creciente en el bajo, entre las dos fechas muestreadas (Tabla 1).

CONCLUSIONES

EL mayor IAF y la mayor EUR en la zona baja permitieron interceptar más radiación y mejorar el rendimiento (y por lo tanto la EUA) en comparación a los demás sitios.

Los valores de IAF inferiores al valor crítico determinan una menor intercepción de la radiación, reduciendo la tasa de crecimiento del cultivo y el rendimiento del lote.

REFERENCIAS

- Aguirrezabal, L.A.N., Orioli, G.A., Hernández, L.F., Miravé, J.P., Pereyra, V.R. y Cardinali, F.J. (ex aequo) 1996. *Girasol: Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento*. Balcarce E.E.A.-Facultad de Ciencias Agrarias - UNMdP, *Serie de Divulgación* 127 p.
- Andrade H. A.; Sadras V. O. 2002. *Bases para el manejo del maíz, girasol y la soja*. 449 p.
- Andriani, J. M.; Andrade, F. H.; Suero, E. E.; Dardanelli, J. L. 1991. Water deficits during reproductive growth of soybeans. I. Their effects on dry matter accumulation, seed yield and yield components. *Agronomie* 11:737-746.
- Canfalone, A.; Villacampa, Y.; Cortés, M.; Navarro, M. 2002. Crecimiento de soja en función de la temperatura del aire y de la radiación fotosintéticamente activa. *Rev. Bras. Agrociencia*, 8(3):185-189.
- Caviglia, O. P.; Sadras, V. O. 2001. Effect of nitrogen supply on crop conductance, water- and radiation-use efficiency of wheat. *Field Crops Res.* 69:259-266.
- Della Maggiore, A. I., J. M. Gardiol y A. I. Irigoyen. 2006. Coeficientes de cultivo de soja basados en la evapotranspiración de referencia Penman – Monteith. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/36/Dellamagiora1.htm> [Consulta: 31-05-2010].
- Fehr, W. R. y Caviness, C. E. 1977. Stages of soybean development. Iowa St. Univ. *Special Rep.* 80.
- INTA – SAGPyA – Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. 1997. *El cultivo de la soja en Argentina*. 448 p.
- Jones, J. W; Boote, K.; Jagtap, S (1991). Soybean development. En: Hanks, J.; Ritchie, J. (Eds.). *Modelling plant and soil systems*, Madison, v.31, ASA, CSSA, SSSA, p. 71-90.
- Lallana, V. H. (1999). Medición del área foliar mediante escáner y software Idrisi. *Rev. FAVE* 13(2):27-33.
- Larcher, W. 1980. *Physiological plant ecology*. Citado en: Reed, D. W. 2007. Applied physiology of horticultural crops. Department of Horticultural Sciences. Texas A&M University. 59p.
- Muchow, R. C.; Robertson, M.J.; Pengelly, B.C. 1993. Radiation-use efficiency of soybean, mungbean and cowpea under different environmental conditions. *Field Crops Research*, Amsterdam, 32(1):1-6.
- Sionit, N.; Kramer, P.J. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.69, n. 2, p. 274-278.

EFICIENCIA DEL USO DE AGUA Y RADIACION MAIZ, GIRASOL Y SOJA EN LA REGION ORIENTAL DE LA PAMPA (ARGENTINA)

Vergara, G.¹; Faraldo, M.¹; Casagrande, G.^{1,2}; Arnaiz, J.¹; Mirasson, H.¹; Ferrero, C.¹

¹Facultad de Agronomía, UNLPam. CC 300 (6300) Santa Rosa, La Pampa, Argentina. ²INTA EEA Anguil, La Pampa

E-mail:vergara@agro.unlpam.edu.ar

Palabras Clave: maíz, girasol, soja, EUA, EUR

INTRODUCCIÓN

En los sistemas productivos es prioritario maximizar las respuestas de los rendimientos, para así obtener el máximo beneficio por el uso eficiente de los recursos. Earl y Davis (2003), concluyeron que el déficit de agua reduce los rendimientos mediante la disminución de la intercepción de la radiación solar (RS) debido a una menor área foliar ocasionada por senescencia temprana. Las mayores disminuciones en rendimiento se producen cuando el déficit hídrico ocurre alrededor de la floración del maíz o girasol. En contraposición, soja es más afectada en etapas reproductivas avanzadas, debido a su hábito de crecimiento indeterminado. La eficiencia en el uso del agua (EUA) varía entre especies y entre climas. Por su metabolismo C4 y bajo contenido energético de su biomasa reproductiva, maíz es más eficiente que girasol y soja. En cambio, el girasol tiene un producto con alta concentración de aceite en el grano, por lo que tiene menor tasa de crecimiento por unidad de agua (Andrade y Gardiol, 1994). Soja presenta baja eficiencia fotosintética y alto contenido energético del grano. La EUA es casi el doble para maíz que para soja y girasol (Andrade, 1995). Según Hattendorf *et al.* (1988) existe un amplio rango de EUA que varía entre 10 a 24 Kg/ha/mm⁻¹ para maíz; de 5 a 9 Kg ha⁻¹ mm⁻¹ para girasol y 5 a 11 Kg ha⁻¹ mm⁻¹ para soja. En las primeras etapas del ciclo, girasol supera a maíz y soja en la intercepción de la RS debido a la disposición de las hojas en el canopeo y a la tasa de expansión de las mismas. Sin embargo, maíz mantiene máxima cobertura hasta madurez fisiológica, mientras girasol decae marcadamente durante llenado de grano por pérdida de capacidad fotosintética debido a senescencia. Soja es una situación intermedia porque presenta senescencia foliar inducida por los frutos (Sinclair y de Wit, 1975). Los estudios han demostrado una relación lineal entre la biomasa producida y la RS absorbida durante el ciclo en muchas especies (Tollenar y Bruulsema, 1988). En maíz, la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) sería cercana a 4 g de materia seca por cada Megajoule (MJ) de RS fotosintéticamente activa interceptada (Otegui *et al.*, 1995). La eficiencia con que se convierte la RS interceptada en biomasa varía según el cultivo. Esta eficiencia es alta en maíz, baja en soja e intermedia en girasol, debido a la composición de los granos. Maíz tiene 84% de carbohidratos, girasol 45% de aceite y 20% de proteína y soja

36% de proteína y 20% de aceite. Con un gramo de glucosa se sintetizan 0.83 gramos de carbohidratos, sólo 0.33 gramos de aceite y 0.41 gramos de proteína. (Penning de Vries *et al.*, 1974). Producir un gramo de girasol es más costoso energéticamente que igual cantidad de maíz y soja (Sinclair y de Wit, 1975). El objetivo de este trabajo es analizar comparativamente la EUA y EUR en tres cultivos de verano en la región oriental agropecuaria de La Pampa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se sembraron en Catrilo, La Pampa (Lat: 36° 26' S - Long: 63° 24' W) bajo siembra directa sobre un suelo Haplustol éntico; durante las campañas 2005/06, 2006/07, 2007/08 y 2008/09 en densidades aconsejadas para cada cultivo y fechas normales condicionadas a la disponibilidad de agua. Se utilizaron quince híbridos de maíz, quince de girasol y quince variedades de soja de los grupos de madurez (GM) III, IV y V. Los tratamientos se sembraron en parcelas de siete surcos por 100 m con cuatro repeticiones al azar. Se realizó fertilización, control de malezas y plagas usuales en la zona. El área en estudio posee clima templado con estaciones diferenciadas. La temperatura media del mes de enero es de 23,0 °C y la del mes de julio de 7,6 °C. La precipitación media anual (1961-2004) es de 700 mm. Los datos meteorológicos se obtuvieron de una estación DAVIS modelo Vantage PRO instalada en el lote de los ensayos. El agua útil a la siembra (AUS) se determinó hasta los 2 m de profundidad por método gravimétrico. A madurez fisiológica se realizaron cuatro muestreos de 10 m² cada uno por cada híbrido o variedad a fin de determinar los rendimientos. La EUA fue calculada como la relación entre rendimiento y milímetros de agua disponible para el cultivo, computados como AUS y las precipitaciones ocurridas en el ciclo. La EUR se calculó como el cociente entre el rendimiento y RS incidente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

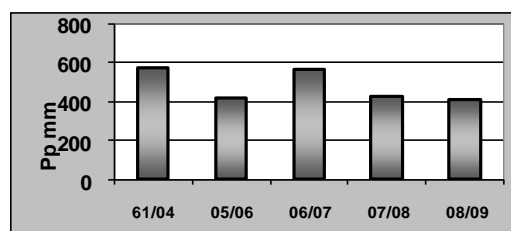


Figura 1: Precipitaciones (mm) durante las campañas respecto de la serie 1961/2004.

En todas las campañas, las precipitaciones registradas durante el ciclo de los cultivos, fueron inferiores al promedio de la serie 1961/2004 y su distribución mostró alta variabilidad (Figura 1)

Tabla 1: Rendimientos, EUA y EUR.

MAIZ	Rinde	Pp+ AUS	EUA	Rad total	EUR
Campaña	Kg/ha	mm	Kg/mm	Mj/m ²	Kg/Mj
2005/06	6766	456	14,8	3670	1,84
2006/07	2669	547	4,9	3606	0,74
2007/08	6797	458	14,8	3572	1,90
2008/09	1496	355	4,2	3190	0,47
GIRASOL					
2005/06	2728	301	9,1	3103	0,88
2006/07	2930	414	7,1	3090	0,95
2007/08	2150	424	5,1	3033	0,71
2008/09	2215	284	7,8	2800	0,79
SOJAIII C					
2005/06	810	381	2,1	2997	0,27
2006/07	1013	374	2,7	2925	0,35
2007/08	2383	378	6,3	3143	0,76
2008/09	1968	385	5,1	3524	0,56
SOJAIII L					
2005/06	1215	411	3,0	2830	0,43
2006/07	1218	506	2,4	3504	0,35
2007/08	2581	378	6,8	2647	0,98
2008/09	1532	368	4,2	2769	0,55
SOJAIVC					
2005/06	1439	411	3,5	2958	0,49
2006/07	1128	428	2,6	3191	0,35
2007/08	2448	378	6,5	2720	0,90
2008/09	1465	384	3,8	3348	0,44
SOJAIVL					
2005/06	1464	411	3,6	2976	0,49
2006/07	1032	455	2,3	3230	0,32
2007/08	2178	378	5,8	2809	0,78
2008/09	1454	368	4,0	2870	0,51
SOJAV					
2005/06	1370	432	3,2	3375	0,41
2006/07	1628	506	3,2	3491	0,47
2007/08	1261	378	3,3	3070	0,41
2008/09	910	382	2,4	3141	0,29

En la Tabla 1 se observa que maíz presentó mayor EUA que girasol y soja. Sin embargo, en la campaña más seca (2008/09) girasol fue más eficiente. En la campaña 2006/07 maíz presentó una muy baja EUA que se atribuye a un intenso ataque de Mal de Río IV, lo que afectó el rendimiento. Coincidiendo con Andrade (1995) maíz resultó tener 25% más de EUA que girasol y 38% más que soja. En los tres cultivos coincidieron temporalmente las menores EUA con las menores EUR, concordando con lo expresado por Earl y Davies (2003). El efecto de la distribución de las precipitaciones durante el ciclo de los cultivos resultó más importante que el milimetraje total. Considerando los cinco grupos de soja, los que presentaron mayor EUA son los GM III L y IV C. La EUR de girasol fue 33% menor y soja 58% menor respecto de maíz.

Tabla 2: Gramos de fotoasimilados/milímetro(*)

CULTIVO	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	Media
Girasol	15,1	22,1	10,4	18	18
Maíz	15,9	5,3	16,4	3,9	9,8
Soja IIIC	4,9	5,5	12,1	5,3	7
Soja IIIL	6,3	5,8	12,5	5,6	7,8
Soja IVC	7,3	5,1	11,4	5,4	7,5
Soja IVL	6,8	4,2	9,5	4,6	6,6
Soja VC	s/d	7,3	5,7	5	6

(*)valores expresados en miles

Además de estas comparaciones de rendimientos brutos y EUA y EUR, se pudo

establecer otra desde el punto de vista energético. Para realizar dicha comparación se transformaron los contenidos de los principales componentes de cada grano: hidratos de carbono, proteínas y materia grasa en los equivalentes de glucosa necesaria para producir un gramo de grano cada uno de los cultivos. En base a estos equivalentes se calculó la EUA en función de los requerimientos energéticos (Tabla 2). Se observa entonces, que girasol duplicó la cantidad de fotoasimilados producidos por milímetro de agua consumida, respecto de maíz y presenta una diferencia mucho más amplia comparado con el cultivo de soja, considerando todos los GM. Esto se debe a que el grano de girasol posee un alto contenido de aceite (45%) y de proteína (20%), compuestos que resultan energéticamente más costosos que la producción de almidón que es el componente más importante del grano de maíz.

CONCLUSIONES

Analizadas las cuatro campañas, maíz se presentó como el cultivo más eficiente en el uso del agua y la radiación solar interceptada, respecto de girasol y soja de GM III C a V C. Si bien las cuatro campañas analizadas resultaron deficitarias en precipitaciones respecto de la serie histórica, el año en que se presentaron condiciones severas de sequía girasol resultó ser más eficiente que maíz y que soja. La característica que realmente tuvo relevancia por su influencia en la EUA y EUR fue la distribución de las lluvias y su coincidencia con el período crítico de los cultivos. Desde el punto de vista energético girasol fue el cultivo más eficiente porque fue el que mayor cantidad de fotoasimilados sintetizó por milímetro de agua consumido. De los resultados encontrados y por las características semiárida de la zona en estudio se concluye que girasol y maíz se diferencian de soja pudiéndose aseverar que son los cultivos de mejor comportamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, F.H., 1995. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. *Field Crops res.* 41: 1-12.
- Andrade, F.H. y Gardiol, J.M., 1994. Sequía y producción de los cultivos de maíz, girasol y soja. *Boletín técnico* 132. EEA Inta Balcarce.
- Earl, H.J. y Davis, R.F. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal*, v.95, p.688-696.
- Hattendorf, M.J., Redelf, M.S., Amos, B., Stone, L.R., y Gwin, R.E., 1988. Comp water use characteristics of six row crops. *Agronomy Journal*. 80: 80-85.
- Otegui M.E., Andrade F.H. y Suero E.E. 1995. Growth, water use, and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. *Field Crops res.* 40: 87-94 a.
- Penning de Vries F.W.T., Brunsting A.H.M. y Van Laar HH. 1974. Products, requirements and efficiency of biosynthesis: a quantitative approach. *Journal of Theoretical Biology* 45: 339-377
- Sinclair, T.R. y De Wit, C.T. 1975. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. *Science* 189: 565-567.
- Tollenar M. y Bruulsema, T.W. 1988. Efficiency of maize dry matter prod. ring periods of complete leaf area expansion. *Agronomy Journal* 80: 580-585.

PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN EN OPERACIONES PREVIO AL SACRIFICIO DE POLLOS EN RELACIÓN CON TIEMPO DE RETENCIÓN EN LOS MATADEROS: UN ESTUDIO DE EFECTO ESTACIONAL

Vieira, F.M.C.; Silva, I.J.O.; Vieira, A.M.C.; Barbosa Filho, J.A.D.

Núcleo de Pesquisa em Ambiente (NUPEA/ESALQ/USP), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11, CP 09, Piracicaba/SP, CEP 13418-900, Brasil.

E-mail: fmvieira@esalq.usp.br

Key words: poultry, preslaughter operations

INTRODUCTION

The poultry preslaughter losses represent considerable prejudice in the avian production chain. However, an exactly location of these losses during the final term of productive process and the influence of certain factors in these stages is still unknown information for poultry production. Preslaughter operations have a lack of information about losses called "death on arrival" (DOA's), mainly about ideal proceedings that provides thermal comfort and poultry welfare during these paths. Mortality rates can reach 1% in different seasons, 40% of these losses caused by thermal effect and 10% due to lairage environment on processing plants (Ritz, 2005). The lairage or holding periods on slaughterhouses have gaps of disinformation about the best thermal conditions for poultry during these stages. Studies made by Quinn *et al.* (1998) reported the importance of thermal conditioning on holding areas, with additioning air movement for broilers confort during this stage. Bayliss and Hinton (1990) complemented these informations about the thermal conditioning on lairage, through research with different lairage layouts. A lairage setting that was linked with lower mortality rates (0.2% on load), was one that had a closely controlled environment, with water-misting sprays and air movement within the building.

Many works was made to estimate betters lairage times. Quinn *et al.* (1998) reported that the best confort environment for poultry is that whose lairage time is lower than 1 hour, when the temperature is upper than 25°C. Otherwise, Hunter *et al.* (1998) have examined the time variability in lairages, which range up to 7 hours, determining an optimal lairage time lower than 2 hours.

Nevertheless, a very limited works have studied the tropical condicions and its influence on preslaughters operations.

Thus, the aim of this work was to assess the influence of lairage time on preslaughter mortality rates of poultry, transported in different seasons of the year, under tropical conditions.

MATERIAL AND METHODS

The trial was carried in a commercial poultry processing plant, located in the State of São Paulo,

Brazil. For this study, a data set about the preslaughter operations in the year of 2006 was used. 13,000 vehicles were studied, involving the following variables: stocking density per lorry, density per cage, lairage time (lower than 1 hour, 1-2 hours, 2-3 hours and upper than 3 hours), seasons of the year (summer, autumn, winter, spring) and the daily variability (morning, afternoon and evening) of the main factors. Dry bulb temperature (DBT, °C) and relative humidity (RH, %) was achieved in a weather station of the city, about January to December 2006.

The productive loss variable used in this work was the death on arrival at abattoir (DOA), obtained by the slaughterhouse data set.

The statistical analysis used was a Double Generalized Linear Model, an extension of Generalized Linear Models (GLM), which provides a framework for modeling the data mean and dispersion simultaneously. DOA's were treated as a response variable with Poisson distribution. The Logarithmic function was assumed to make a link between model linear predictor and expected value of response variable. The Wald statistics was used, with the objective to test the hipotesis about β 's parameters, that is, to test the truly contribution of these factors on statistical model. This analysis was processed using the statistical software R .

RESULTS AND DISCUSSION

As results, a model was adjusted, after the mean and dispersion model adjusting, for an influence study of lairage time in poultry mortality rates, transported at different seasons of the year, with special reference for autumn.

Winter and spring were non-significantly on this trial, when related with concurrent expected number of dead broilers. Otherwise, the discussion about the DOA's occurrence during the preslaughter operations is important, including these two seasons.

Figure 1 shows the relationship between lairage times and season effect, with respect of these influences in poultry mortality rates (death losses).

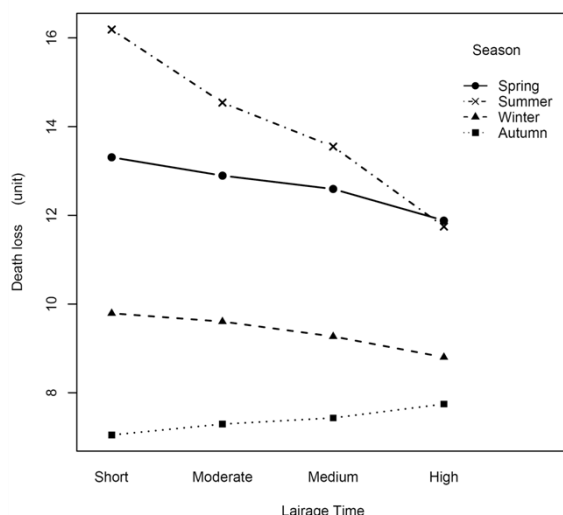


Figure 1. Interaction plot between lairage time intervals and season of the year and its effects in poultry death losses. Short (lower than 1 hour); Moderate (1-2 hours); Medium (2-3 hours); High (upper than 3 hours)

In the summer and spring seasons, it was observed that as longer the lairage time, the death losses was smaller by lorry. That can be explained by the fact that when the truck was held at lairage environment, arriving of the transport with quite high temperatures, mainly in hot days, the climatization efficiency increases in the course of time, reducing the thermal stress of the previous stages on poultry. Based in these results, it was observed that lairage time starting from 1 hour, the reduction in the mortality was shown more effective, except in the autumn and winter, which were stable in mortality rates, in spite of the interaction between winter and lairage time shown non significantly in the chosen model ($p > 0.005$). In general, the number of broilers died was shown more expressive during the summer and the spring. Therefore, increasing the lairage time, the efficiency in reducing mortality is remarkable, since that the bioclimatic conditions on lairage expects to be properly controlled, in order to facilitate exchanges between birds and the thermal environment. This fact is confirmed in this study, through the straight strong inclination, which is the expected number of dead birds in the summer, in relation to the lairage time (Petracci *et al.*, 2006). About the spring effect, Nääs *et al.* (2001) report that the stress caused by thermal fluctuations is common in this season, generating from metabolic disorders to the increase of mortality. Added to the stress caused by the preslaughter operations, such effects result in high mortality rate of the end of the process.

Such as spring condition, autumn is considered a half-season, that is, the transition from thermal condition between the summer and winter. In terms of temperature, this season is very similar to winter, in relation of average temperature on thermal comfort band (22°C). This fact is confirmed by low mortality in this period. Bayliss and Hinton (1990) found low values of broiler mortality in the autumn, over climatized lairage (0.35%).

However, if this procedure is performed during cold weather, especially in cooler regions, this results in poor animal welfare. Hunter *et al.* (1999) revealed this fact in a research in the UK, simulating the condition of transport in climate chamber with the wind tunnel. With temperatures ranging from -4 and 12°C , the birds showed lethal hypothermia on all thermal ranges with wetting treatment.

CONCLUSIONS

Therefore, it can be concluded that the lairage time upper than 3 hour, mainly in summer and spring, the mortality rates is reduced, due to the largest climatization efficiency on lairage environment. Therefore, for winter and autumn, it was recommended a lairage time below 1 hour and between 1 and 2 hours, respectively.

REFERENCES

- Bayliss, P.A.; Hinton, M.H. 1990. Transportation of Broilers with Special Reference to Mortality Rates. *Applied Anim. Behav. Sci.* 28(93-118).
- Hunter, R.R. 1998. Physiological Responses of Broilers to Pre-Slaughter Lairage: Effects of the Thermal Micro-Environment? *Br. Poult. Sci.* 39(53-54).
- Hunter R.R.; Mitchell, M.A.; Carlisle, A.J. 1999. Wetting of broilers during cold weather transport: a major source of physiological stress? *Br. Poult. Sci.* 40 (48-49).
- Nääs, I.A. *et al.* 2001. Controle e Sistematização em Ambientes de Produção. In: Silva, I.J.O. (Ed.). *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, v. 1, p. 146-164.
- Petracci, M.; Bianchi, M.; Cavani, C.; Gaspari, P.; Lavazza, A. 2006. Preslaughter mortality in broiler chickens, turkeys and spent hens under commercial slaughtering. *Poult. Sci.* 85 (1660-1664).
- Quinn, A.D.; Kettlewell, P.J.; Mitchell, M.A.; Knowles, T. 1998. Air movement and the thermal microclimates observed in poultry lairages. *Br. Poult. Sci.* 39 (469-476).
- Ritz, C.W.; Webster, A.B.; Czarick, M. 2005. Evaluation of hot weather thermal environment and incidence of mortality associated with broiler live haul. *J. Appl. Poult. Res.* 14 (594-602).

EFFECTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN EL SUR DE CÓRDOBA Y POSIBLES ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN

Vinocur, M.G ; Seiler, R.A.

Agrometeorología, Departamento de Ecología Agraria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional 36 Km 601, X5804 BYA Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

E-mail: mvinocur@ayv.unrc.edu.ar

Palabras clave: cambio climático, maíz, adaptación

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las actividades humanas más dependiente del curso del tiempo y el clima y por lo tanto altamente vulnerable al cambio y a la variabilidad climática. Estudios a distintas escalas y en distintos lugares del mundo, han identificado los impactos potenciales del cambio climático sobre los sistemas agrícolas, para uno o varios cultivos. Investigaciones similares en Argentina abordaron los principales cultivos extensivos tales como maíz, trigo y soja (e.g. Travasso *et al.*, 2007). Sin embargo, estos estudios no han explorado la sensibilidad a cambios en la variabilidad diaria e interanual de las variables climáticas, como principal causa de la variabilidad interanual de los rendimientos.

El objetivo de este trabajo es determinar, mediante la aplicación de modelos de simulación, el efecto que la variabilidad climática diaria e interanual y el cambio climático producen sobre el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento del cultivo de maíz en el sur de Córdoba. Se propone además la evaluación de estrategias de adaptación adecuadas a posibles escenarios futuros y consecuentes con un desarrollo sustentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante el modelo de cultivos CERES v3.5, se analizaron las respuestas del cultivo de maíz a distintos escenarios climáticos. Previamente el modelo fue calibrado, utilizando datos de ensayos realizados en dos localidades, con distintos híbridos, densidades de siembra, distancia entre hileras. Para este trabajo el híbrido Nidera AX884 se supone sembrado en Río Cuarto (33°03' S 64° 18' W, 440 m snm), en la misma fecha cada año (octubre 1). La densidad de siembra utilizada fue de 8 plantas m⁻² en hileras separadas 0,52 m. Las simulaciones son realizadas para secano y riego (riego automático, se inicia cuando el agua disponible es menor al 50% en los primeros 0,3 m del perfil y finaliza al alcanzar capacidad de campo), sin estrés de nitrógeno y con el mismo contenido inicial de agua en el suelo a la siembra cada año, equivalente a un 70% del correspondiente a capacidad de campo.

Seis escenarios climáticos, con y sin cambios en la

concentración de CO₂ ([CO₂]) y con y sin cambios en la variabilidad interanual de la temperatura fueron analizados. Mediante el modelo MAGICC/SCENGEN versión 4.1 (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change and a Scenario Generator) (e.g. Hulme *et al.*, 2000) se construyeron escenarios climáticos futuros considerando los modelos de circulación global acoplados atmósfera-océano ECHAM4/OPY3 y HadCM3 y escenarios de emisiones A2 y B2 (Nakicenovic *et al.*, 2000) (representados como E-A2, E-B2, H-A2 y H-B2 respectivamente), para el período de treinta años centrado en el 2050. Los datos climáticos diarios (temperatura máxima y mínima del aire, radiación solar y lluvia) necesarios para operar el modelo de cultivo fueron obtenidos utilizando el generador estocástico de datos climáticos WGEN (Richardson and Wright, 1984). Con el mismo se generaron series de 99 años de datos diarios que incluyen cambios en la varianza de la temperatura, desde la mitad (CVar=0,5) hasta el doble de la varianza observada (CVar=2) en incrementos de 0,5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1(A) se muestran los rendimientos promedios simulados de maíz bajo riego, para los distintos escenarios. Todos los casos muestran disminución en el rendimiento con respecto al escenario base (CVar=1 y T_{Media}), aún aquéllos que incluyen un aumento de la [CO₂]. Por otra parte, el aumento en la varianza de la temperatura (CVar=2) asociado a los escenarios determina un acrecentamiento de las pérdidas de rendimiento con disminuciones menores cuando el efecto de un aumento en la [CO₂] es incluido. En secano (Figura 1 B) y aún sin considerar el efecto de la [CO₂], se observan aumentos en los rendimientos que oscilan entre 7,5 y 11,5%, principalmente por efecto de los aumentos de las precipitaciones durante la primavera y el verano que incorporan estos escenarios. El aumento en la [CO₂] en este caso produce mayores aumentos en los rendimientos. En CVar=2 se observan aumentos en los rendimientos sólo en los escenarios E-A2 y H-A2, pero de mucha menor magnitud que para la varianza sin cambio. La combinación de una mayor [CO₂] y CVar=2, ocasiona incrementos en los rendimientos pero sólo de un 17,6% en el mejor escenario (E-A2-CO₂)

(Figura 1 B). Las disminuciones en el rendimiento de maíz bajo riego permiten suponer que el aumento de la temperatura en condiciones de no restricción de agua y de gran disponibilidad de CO₂, es un factor que acelera el metabolismo de la planta aumentando la materia seca vegetativa en detrimento del grano. Por otra parte, es posible que los aumentos de rendimiento en los escenarios en seco con respecto a los de riego, sean debidos al metabolismo C4 del maíz que pone de manifiesto la eficiencia del uso del agua a temperaturas elevadas, con mayor resistencia estomática y también favorecida por mayores [CO₂]. Cambios en el número promedio de granos por espiga, en el peso promedio del grano y en la longitud del ciclo del cultivo ayudan a explicar los cambios observados en el rendimiento en ambas situaciones.

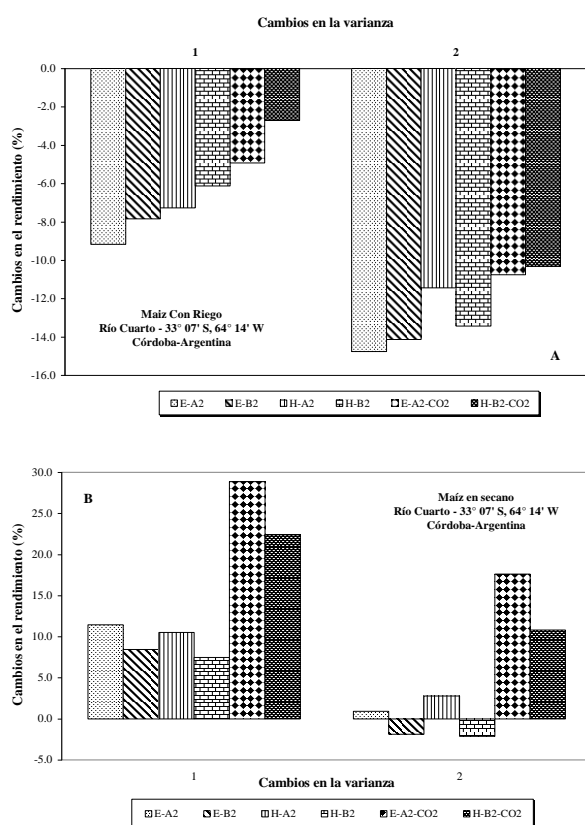


Figura 1. Cambios porcentuales en los rendimientos de maíz con riego (A) y en seco (B) bajo distintos escenarios, cambios en la varianza de la temperatura y concentraciones de CO₂ para el año 2050. E-A2-CO₂ y H-B2-CO₂ son los escenarios E-A2 y H-B2 que incluyen aumentos en la concentración de CO₂. 1 y 2 representan los escenarios sin cambio y con la duplicación de la varianza de la temperatura respectivamente

El cambio en la fecha de siembra es una de las estrategias de adaptación más utilizadas por los productores de la región en estudio (Wehbe et al., 2007). Analizando adelantos de 15 días (septiembre 15) y 30 días (septiembre 1) respecto de la fecha de siembra media de la región (octubre 1), se encontró

que en las simulaciones bajo riego, las siembras más tempranas producen en todos los casos disminuciones en los rendimientos respecto de las de octubre 1. Aumentos en la varianza de la temperatura determinan rendimientos aún más bajos cuanto más temprana es la siembra, tanto con riego como en seco. El efecto de heladas tardías cuando el ápice de la planta se encuentra ya encima de la superficie del suelo, puede ser causa de lo observado, por lo que se consideró oportuno atrasar la fecha de siembra 15 días (octubre 16). En esta estrategia se reduce el número de fracasos pues el ciclo transcurre bajo temperaturas más elevadas y menor riesgo de heladas, aunque los cambios en los rendimientos no fueron significativos. La razón de siembras tempranas por parte del productor agropecuario, si las condiciones de humedad y temperatura del suelo lo permiten, tiende a evitar el ataque de Mal de Río Cuarto y la ocurrencia de la floración en enero con mayores riesgos de deficiencias de humedad. Dado que en las simulaciones de este trabajo no se considera el efecto de plagas y enfermedades sobre el cultivo, los mejores resultados obtenidos con siembra tardía deben ser tomados con cautela y también considerando la inexistencia en la actualidad de híbridos resistentes al Mal de Río Cuarto.

REFERENCIAS

- Hulme, M.; Wigley, T.M.L.; Barrow, E.M.; Raper, S.C.B.; Centella, A.; Smith, S.J.; Chipanshi, A.C. 2000. *Using a Climate Scenario Generator for Vulnerability and Adaptation Assessments: MAGICC and SCENGEN Version 2.4 Workbook*. Climatic Research Unit, Norwich UK, 52 pp.
- Nakicenovic, N.; Alcamo, J.; Davis, G.; de Vries, B.; Fenhann, J.; Gaffin, S.; Gregory, K.; Grübler, A.; Jung, T.Y.; Ktram, T.; La Rovere, E.L.; Michaelis, L.; Mori, S.; Morita, T.; Pepper, W.; Pitcher, H.; Price, L.; Raihi, K.; Roehrl, A.; Rogner, H.; Sankovski, A.; Schlesinger, M.; Shukla, P.; Smith, S.; Swart, R.; van Rooijen, S.; Victor, N.; Dadi, Z. 2000. *Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 599 pp.
- Richardson C.W. and Wright D.A. 1984. WGEN: a model for generating daily weather variables. USDA-ARS-8, USA, 80 pp.
- Travasso, M. I.; Magrin, G. O.; Baethgen, W. E.; Castaño, J. P.; Rodríguez, G. R.; Pires, J. L.; Gimenez, A.; Cunha, G.; Fernandes, M. 2007. Maize and soybean cultivation in southeastern South America: Adapting to climate change. En: *Climate Change and Adaptation*. Leary, N.; Adejuwon, J.; Barros, V.; Burton, I.; Kulkarni, J.; Lasco, R.; (eds.). Earthscan, London-Sterling (VA), USA. pp. 332-352
- Wehbe, M.; Eakin, H.; Seiler, R.; Vinocur, M.; Ávila, C.; Maurutto, C.; Sánchez Torres, G. 2007. Local perspectives on adaptation to climate change: Lessons from Mexico and Argentina. En: *Climate change and adaptation*. Leary, N.; Adejuwon, J.; Barros, V.; Burton, I.; Kulkarni, J.; Lasco, R.; (eds.). Earthscan, London-Sterling (VA), USA, pp. 315-331.