

Outreach Publication

For
Growers/Researchers/Stake Holders



prepared by



And



CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS
CIAGRO

under
TWAS-UNESCO Associateship Scheme



Surender Singh
Associate Professor
Professor Associado

Orivaldo Brunini
Director
Diretor

**Online Outreach of Integrated Weather based
Agricultural Information System for Sustainable
Agriculture through Regional Approach**

**Alcance online dos sistemas integrados de
informações agrícolas com base no clima para a
agricultura sustentável, através de abordagem regional**

Surender **SINGH**
Orivaldo **BRUNINI**
Diwan **SINGH**
Pedro G. **ABRAMIDES**
Glauco **ROLIM**
Angélica P. **PÂNTANO**
Gabriel C. **BLAIN**
Andrew P. C. **BRUNINI**
Rafael V. **RIBEIRO**

Online Outreach of Integrated Weather based Agricultural Information System for Sustainable Agriculture through Regional Approach

Alcance online dos sistemas integrados de informações agrícolas com base no clima para a agricultura sustentável, através de abordagem regional

Surender SINGH ^(1,4), Orivaldo BRUNINI ⁽²⁾, Diwan SINGH ⁽¹⁾, Pedro G. ABRAMIDES ⁽²⁾, Glauco ROLIM ⁽²⁾, Angélica P. PÂNTANO ⁽²⁾, Gabriel C. BLAIN ⁽²⁾, Andrew P. C. BRUNINI ⁽³⁾ and Rafael V. RIBEIRO ⁽²⁾

English/Português Version

Abstract

An information system used for decision making represents part of a continuum; at the other end is scientific knowledge and understanding. Latest Information and Communications Technologies (ICTs) will have a dramatic impact on our lives directly or indirectly. The Internet, satellite technology and geographical information systems are prime examples of ICTs that have changed the way we carry out our daily activities. Weather based Agricultural information is part of a continuum that begins with scientific knowledge and understanding and ends with the evaluation of the information. Intermediate processes are the collection of data, changing data into useful information and dissemination of information. While scientific knowledge and understanding transcend national borders, the remaining components of the continuum may differ between developed and developing countries. The reasons for these differences are mainly a function of human, financial, and natural resources. In order for this information to be useful, it must be accurate, timely, and cost-effective, i.e. the benefit to be gained from implementing the information is more than the cost to obtain the information. Critical questions have been raised but clear responses are linked mainly to the scientific, technological, and social developments that will take place in the 21st century. There is no doubt that information and communication technologies will improve in the future, as will accessibility by hosting new portals and their timely updates. What will limit the generation and dissemination of agrometeorological information in the future is the same that limits it today: the interaction of people, from scientist to extension worker, in the continuum from basic understanding to practical applications. Thus, to prepare for the future now, we have to better integrate the human capital available at all levels of organization. It is high time to integrate and make it a habit to utilize all such vast information available online in preparing weather based agro advisories for in-season agricultural operations as required to acquire sustainable agricultural development through precision agriculture both for single locations and on a meso or regional scale.

Key words: Information and communication technologies, online outreach, weather based agricultural system

⁽¹⁾ Department of Agricultural Meteorology, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, Haryana, India

⁽²⁾ Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agrônomo, Campinas, SP, Brasil

⁽³⁾ NB Suporte Planejamento Agroambiental, Campinas, SP, Brasil

⁽⁴⁾ Visiting Scholar, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agrônomo, Campinas, SP, Brasil

1. Introduction

The world's population has been growing faster than cereal production since the early 1980s, and therefore that global per-capita cereal output is falling now. The rate of growth of world cereal yields also is said to be declining; the strong implication is that this decline is caused by increasing environmental production constraints (Dyson, 1999). The anticipated global population may exceed 8.5 billion by the year 2025 and at the same time the demands of this growing population for food and other agricultural commodities remain uncertain. Agriculture has to meet this challenge, mainly by increasing production in a sustainable way. It is an accepted fact that food production is very intimately linked with climate and weather. Out of all the factors, which control the agricultural production, weather is the only factor over which man has no control and hence it's dominance over the success or failure of agricultural enterprises. As per a study undertaken by World Meteorological Organization (WMO) to evaluate the effects of weather on food production, it is found that the weather-induced variability of food production is more than 10 per cent (Obasi, 2000). The weather-induced variability can be as high as 50 per cent of the normal production in respect of smaller area. In order to reduce risks of loss in food production due to the vagaries of weather, weather should be taken as one of the inputs in agricultural planning as well as operations in various facets of agricultural production (Singh *et al.*, 2000). Weather is critical in agricultural production, especially in rainfed agriculture systems like those in India and other developing countries of the world. Future global population increase will place more stress on shrinking grain land, fresh water resources and the environment. Agriculture productivity will have to increase as greater demands for food becomes evident. Farmers and policymakers will have to rise to the challenged, utilizing every available technology and information base in order to increase yield per hectare in a sustainable manner. Agrometeorological information and advisory systems can contribute effectively in the decision making process, provided they are streamlined to meet the specific needs of policy makers and farmers, and provided they are delivered in a timely and user friendly format. Improved Information and Communication Technologies (ICTs), including the Internet, can facilitate the rapid and efficient dissemination of all agrometeorological information and related advisories. On regional scale for São Paulo State in Brazil started an weather based Agrometeorology Warning System (AgWS) at the Agrometeorology Information Center (CIIAGRO) in 1988 which gives support to agricultural production and crop development (Brunini *et al.* 1996; 1998). It is an operational framework that provides agrometeorological information to farmers, extension services and other stake holders regarding the type of soil, crop development, agricultural practices, pest management, irrigation requirements, climatic risks (frost, drought, dry spell), stored water in the soil, water balance, crop yield, and weather forecast.

Agrometeorological Services in the region should therefore take advantage of the potential offered by the World Wide Web in an effort to improve the service they provide to farmers. The benefits of a centralized Web Server for agrometeorological information from the six WMO regions is a step in the right direction to highlight the importance of applied agrometeorology in the economic development of member states considering the constraints below:

- Increasing world and regional population
- Growing demands for food
- Need for greater efficiency in agricultural production
- Sustainable use of resource base
- Climate variability: a limiting factor in crop and livestock production

2. Enhanced Efficiency for Sustainable Agricultural Production

The process of raising yields and agricultural advance even to sustain is extremely complex. Agricultural production systems will have to be improved in order to meet the growing demands, especially in developing regions where population growth will be higher in the next couple of decades. Timely and accurate agrometeorological information and forecasts have proven to be effective tools for critical decision making in routine farm operation, and medium and long-term planning.

The ability to disseminate timely and relevant agrometeorological information to the user community, so that it can act on it, is of paramount importance for any Agrometeorology Service. Information and Communications Technologies (ICTs), including the INTERNET, have become a rapid and dynamic means for the dissemination of agrometeorological information in many countries of the world. In rural settings where Internet facilities are unavailable, the traditional means of information dissemination such as radio, television, and the news media can be used in combination with limited ICTs to get the message across to a much larger audience. Multipurpose Community Telecenters (MTCs) is another option to narrow the gap between the information rich and information poor areas within the country. MTCs offer telecommunication services such as: telephone, fax, email, Internet, World Wide Web Server facilities and capacity building. These centers may use the existing telecommunication infrastructure or they may introduce new technology such as digital satellite communication or wireless facilities, and modern fiber optics routing, with increase bandwidth capabilities. Agrometeorological information for farmers via a Web Site can be limitless, especially if the package is prepared in a collaborative effort with the agricultural experts and farm extension service personnel/agro advisory services, which is the recommended approach. However, it will serve no purpose if the information is complex and irrelevant to the specific needs of the users. Consequently it is important that the designers of the web site bear in mind how to structure the content of the web pages in order to prioritize the users needs and present the information in a user-friendly manner that is easily accessible. In a recent survey conducted among some farmers and extension officers attending a seminar on crop management, the following were the agrometeorological information requested in order of importance:

a) Precipitation (Rainfall)

- i. Forecast estimates for next 24, 48 and 72 hours
- ii. Seasonal rainfall characteristics (probability of wet or dry conditions)
- iii. Current or seasonal rainfall status and climatology

b) Air and Soil Temperature

- i. Maximum and Minimum
- ii. Maps of current and forecast temperatures
- iii. Temperature at the soil top layer

c) General Weather Outlook and satellite imageries of clouds

- d) Moisture
- i. Air Humidity
 - ii. Soil moisture

e) Wind

- i. Surface wind direction
- ii. Surface wind speed

f) Warning from floods and other extreme weather events such as drought, dry spell

g) Phases of the moon

A recommendation that is always made by extension officers and farmers was that the agrometeorological information must compliment the phase of the cropping season and the cycle of livestock rearing. In other words, the agrometeorological information should be crop / livestock relevant and must be integrated within any agronomic advisory or bulletins emanating from the extension services/ farm advisory services.

3. Status of Online Web Sites for Weather based Agricultural System

3.1 At International level

The *Weekly Weather and Crop Bulletin* (WWCB) was first published as the Weekly Weather Chronicle in 1872 and has been published under various names (Stefanski, 2002). Since 1978, the WWCB has been produced by the Joint Agricultural Weather Facility (JAWF), which is jointly operated by the U.S. Department of Agriculture's (USDA) World Agricultural Outlook Board (WAOB), Department of Commerce's Climate Prediction Center (CPC), and USDA's National Agricultural Statistics Service (NASS). In 1995, portions of the WWCB started to be disseminated on the Internet, but all the products were not linked on a single web site (WWCB 1995). By July of 1996, a JAWF web site had been developed and was operationally available online (WWCB 1996).

3.1.1 World AgroMeteorological Information Service (WAMIS)

Various tools and resources have been compiled from different sources or developed specifically for WAMIS to aid WMO Members in improving their agrometeorological bulletins. The four themes are:

- Data (includes information on data management tools, web portal on automatic weather stations, and freely available software),
- Information (includes links on drought, GIS/analytical tools including GrADS, crop phenology and other aspects of information gathering and analysis),
- Dissemination (bulletin design, communication tools, Internet technologies, and Internet experiences from around the world, and
- Feedback (guidelines on obtaining user feedback).

3.2 In Indian context

In India, the weather monitoring nodal agency, the India Meteorological Department (IMD) started weather services for farmers in the year 1945. It was broadcast by All India Radio in the form of Farmer's Weather Bulletin (FWB). Subsequently, in the year 1976, IMD started Agro-Meteorological agricultural Advisory Service (AAS) from its State Meteorological Centers, in collaboration with Agriculture Departments of the respective State Governments. Though these services are being regularly provided by IMD for the past many years, the demand of the farming community could not be fully met due to certain drawbacks in the system which is now contemplating the provide more weather based agricultural informations at districts levels in India.

The nodal agency of Indian agricultural research viz., Indian Council of Agricultural Research, also provides Weather and Weather Based Agricultural Management support to agriculture and animal husbandry through its website <http://www.icar.org.in> with further links to related information on crop weather interactions through <http://www.cropweatheroutlook.com>.

Agricultural informations are also being provided by different State Agricultural Universities including CCS Haryana Agricultural University along with other national institutes involved in agricultural and meteorological research in India. But the informations provided so far by various national and state level departments/institutes/universities somehow lack comprehensive and integrated real time approach on region, crop basis and farm operations which are otherwise need of the hour and in future too, to sustain agricultural production in the region.

3.3 Brazilian Scenario

Recent efforts in capacity building for operational Agrometeorology in Brazil have very profound impact for sustainable agriculture development under ensuing scenarios of climatic change and variability.

Various institutions and scientists across the country supported by federal and state government as well are maintaining networks of weather stations and generating agrometeorological products for the benefits of end users, policy makers and other stake holders (Caramori and Oliveira, 2002). The various web based regional/state specific agricultural information systems exist in Brazil are:

The Agronomic Institute of Parana (IAPAR) (www.pr.gov.br/iapar/sma) and the Meteorological System of Parana (SIMEPAR) (www.simepar.br) issues frost forecasts

and IAPAR advises and prepares the extension service and coffee farmers to adopt protective practices in the state of Parana. The Agricultural Research Enterprise of Santa Catarina (EPAGRI), through its climate center CLIMERH (www.climerh.rct-sc.br) issues daily forecasts and special warnings along with specific agrometeorological products are generated for costumers for the state of Santa Catarina. At Federal level government agencies like National Institute of Meteorology, INMET (www.inmet.gov.br), through its network mechanical stations distributed over Brazil generates daily forecasts by regions, special warnings about exceptional weather conditions, thematic maps of temperature, precipitation, evapotranspiration, water balance and climatic prognostics.

The National Space Research Institute (INPE), through its Climate Center for Weather Forecast and Climate Prediction (CPTEC) (www.cptec.inpe.br) issues daily forecasts, provides satellite images and outputs of regional and global models of weather forecasts. Special warnings are issued on several events such as frost or climatic variability associated with the ENSO phenomenon.

Further, the very comprehensive and integrated effort for online operational Agrometeorology has been made through the Agrometeorology Information Center (CIAGRO) started an Agrometeorology Warning system (AgWS) in 1988 at Instituto Agronomico, Campinas, which gives support to agricultural production and crop development in São Paulo. Bulletins are issued twice a week regarding agrometeorological conditions, weather forecast and crop development, pest control and meteorological adversities. Till now about 1808 bulletins have been issued without any interruption since the AgWS was launched. The AgWS is based on a comprehensive and wide network of more than 200 weather stations. Among these mostly include automatic weather stations (AWS) and the others are first or second Class Weather Stations. The basic concept of the AgWS is that all information related to weather, climatic variability, crop climate requirements, and pest management is integrated ONLINE in a routine analysis to give support to farmers, governmental policies and other stake holders on real-time basis with click of a button.

4. Scope for improvement in online weather based agricultural system

In developing weather based agricultural related products for the internet, it was found that the PDF format of the Adobe Acrobat Reader is a very useful software package. Informations available in other software package have complaints ranging from:

- Portions of graphics not being printed
- Colors not being reproducible from particular printers
- Relevant Products not being found together

Therefore, guidelines for producing internet applications for weather based agricultural information should be followed as under:

- Keep web pages simple and easy to access
- Avoid frames that reduce the main purpose
- Pseudo-frames look for web pages
- Keep user feedback in mind when updating sites
- Use PDF format whenever possible
- Maintain publication schedules
- Update and maintain links to other products and AgMet systems

Archive products in a easy way to download

- Make sure products are consistent and equilibrated
- Use languages which are easily understood, avoiding complicated description
- Put sensitive products on Intranet

It is quite possible that in many of the countries including India, there are other Internet sites, especially those from research institutions, universities and private agencies that are providing agrometeorological information for a specific set of users. However, from the brief survey of some web sites available, it can be conclude that there is a shortage of agrometeorological information on the Internet. For example, agrometeorological information have become obsolete or are non existent, even though most of these country's economy is based on agriculture, agro-based industries and tourism. Internet and other forms of ICTs offer a golden opportunity for the strengthening of applied agrometeorology regionally. Information and Communications Technologies will continue to advance, becoming more accessible to a greater number of people around the world. At the same time there will be demands for increased agriculture productivity in a world of shrinking per capita gain land, diminishing freshwater resources and the negative impacts of climate variability.

Farmers will require improve, value added agrometeorological information to help them in critical decision-making. The Internet will continue to be one of the preferred means for the rapid and efficient dissemination of weather based agricultural information to farmers/end users, policymakers and other stake holders. The CAgM Agromet web site will surely provide the impetus for the provision of better agrometeorological information and services worldwide. Continued improvement in communicating agrometeorological information to farming communities requires addressing the following critical questions (Weiss *et al*, 1999). On regional scale such an operation system available ONLINE at the Agrometeorology Information Center (CIIAGRO) at <http://www.ciiagro.sp.gov.br> in São Paulo state of Brazil underlying:

- How can diverse types of agrometeorological data be integrated into useful information that responds to the often-dissimilar application needs of farming communities?
- What types of information are needed by diverse groups of end-users and, given their different farming, socio-economic and cultural systems, which are the appropriate communication technologies to reach them?
- Given diminishing public support for agricultural advisory services, what alternatives exist for the communication of agrometeorological information and under which circumstances can it be provided on a fee basis?
- What are the training needs of end-users and of the various intermediaries that provide them with advisory services?

5. Conclusions

The Internet will play a major role in weather based agricultural information either through direct or indirect access in the regions of otherwise limited outreach of ICT. In developing economies of the world like India and Brazil, multi-purpose community telecentres will be the focal point for many types of information, some of which will come from the Internet. These MCTs can be the source of agrometeorological information that can be disseminated through rural radio stations in local languages. Remote-sensing data and geographical information systems are being used in southern Africa to provide information on agricultural production conditions and food security. While information can be disseminated, is it being used? A methodology was presented to evaluate the impact of information. This methodology can be applied as a written survey or through interviews. Evidence is presented that people would be willing to pay a fee for agrometeorological information if it has value, in both the developed and developing world. Critical questions have been raised but clear responses are linked mainly to the scientific, technological, and social developments that will take place in the 21st century. There is no doubt that information and communication technologies will improve in the future, as will accessibility. What will limit the generation and dissemination of agrometeorological information in the future is the same that

limits it today: the interaction of people, from scientist to extension worker, in the continuum from basic understanding to practical applications.

Thus, to prepare for the future now, we have to better integrate the human capital available at all levels of organization. It is high time to integrate and make it a habit to utilize all such vast information available online in preparing weather based agro advisories (Sastry, 2004) for in-season agricultural operations both for single locations and on a meso or regional scale as desired.

Acknowledgments

The senior author is gratefully acknowledge the permission granted by CCS Haryana Agricultural University, Hisar to avail the associateship. He would also like to thank the Academy of Sciences for the Developing World (TWAS) and Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brazil (CNPq) for providing financial support under TWAS-UNESCO Associateship scheme.

References

- Brunini, O., H.S. Pinto, J. Zullo, G.Q. Pellegrino, F.B. Arruda, M. Fujiwara, E. Sakai, and R.C.M. Pires. 1998. Sistema de Aconselhamento Agrometeorológico. Pages 15-37 *in* Anais II. Congresso Brasileiro de Biometeorologia. Goiânia-GO.
- Brunini, O., M.A. Santos, R.V. Calheiros, E. Caputi, J.M. Santos, A.G. Picini, and H.S. Pinto. 1996. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Pages 133-134 *in* Anais VIII Congresso Argentino de Meteorologia e VII Congresso Latinoamericano Ibérico de Meteorologia. Buenos Aires, AR.
- Caramori P Henrique and Oliveira Dalziza de. 2002. Status of Operational Agrometeorology in Brazil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* (2002), Volume 10, Nr. 2, pp. 363-371.
- Dyson, T. 1999. World food trends and prospects to 2025. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 96, pp. 5929-5936, May 1999.
- Obasi, G. O. P. 2000. *Mitigation of Natural Disasters: WMO's Contribution to Societal Needs in the New Millennium*. Lecture presented at the eightieth Annual Meeting of the American Meteorological Society. Long Beach, CA, USA, SG/118, 32 pp.
- Rathore, L.S., Singh, K.K., and Gupta, A. 2004. National Centre for Medium Range Weather Forecasting: activities, current status and future plans. *Journal of Agrometeorology, Vol 6 (Special Issue)*. 258-264.
- Sastry, P. S. N. 2004. Vision for integrated and holistic approach in agrometeorology. *Journal of Agrometeorology, Vol 6 (Special Issue)*. 1-4.
- Singh, S., Rao, V.U.M. and Singh, D. 2000. Global warming and world food security. *In: Resource Management for Sustainable Agriculture* (Eds, : A. Singh *et al.*). CCS HAU Hisar and MMB New Delhi, pp. 251-257.
- Stefanski, R.J., 2002. Internet Applications for Agrometeorological Products -Experiences from USA. *In: Proceedings of the Expert Group Meeting on Internet Applications for Agrometeorological Products held 6-9 May 2002 in Washington, D.C. USA*.
- Weekly Weather and Crop Bulletin. 1995. Bulletin Information of the Internet. USDA/DOC, 82 (21): 23.
- Weekly Weather and Crop Bulletin. 1996. JAWF Goes Online. USDA/DOC, 83 (26):23.
- Weiss, A., Crowder L. van and Bernardi M. 1999. Communicating Agrometeorological Information. *WMO Bulletin*, 48 (4): 368-374.

<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>



CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS
CIAGRO

Centro de Ecofisiologia e Biofísica (IAC)
Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
Caixa Postal 28
13012-970 Campinas (SP) Brasil

<http://hau.ernet.in/>



Department of Agricultural Meteorology
CCS Haryana Agricultural University
Hisar-125004
India

Sponsored

FundAg
FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGRÍCOLA



SECRETARIA DE
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO



Publicação de Acesso

Para
Agricultores/Pesquisadores/Partes Interessadas



preparado por



e



sob

Esquema de Parceria entre TWAS-UNESCO



Surender Singh
Associate Professor
Professor Associado

Orivaldo Brunini
Director
Diretor

**Online Outreach of Integrated Weather based
Agricultural Information System for Sustainable
Agriculture through Regional Approach**

**Alcance online dos sistemas integrados de
informações agrícolas com base no clima para a
agricultura sustentável, através de abordagem regional**

Surender **SINGH**
Orivaldo **BRUNINI**
Diwan **SINGH**
Pedro G. **ABRAMIDES**
Glauco **ROLIM**
Angélica P. **PÂNTANO**
Gabriel C. **BLAIN**
Andrew P. C. **BRUNINI**
Rafael V. **RIBEIRO**

Versão Inglês/Português

Centro de Ecofisiologia e Biofísica, CIIAGRO
2008/09

Online Outreach of Integrated Weather based Agricultural Information System for Sustainable Agriculture through Regional Approach

Alcance online dos sistemas integrados de informações agrícolas com base no clima para a agricultura sustentável, através de abordagem regional

Surender SINGH ^(1,4), Orivaldo BRUNINI ⁽²⁾, Diwan Singh ⁽¹⁾, Pedro G. ABRAMIDES ⁽²⁾,
Glauco ROLIM ⁽²⁾, Angélica P. PÂNTANO ⁽²⁾, Gabriel C. BLAIN ⁽²⁾,
Andrew P. C. BRUNINI ⁽³⁾ and Rafael V. RIBEIRO ⁽²⁾

Versão Inglês/Português

Abstract

An information system used for decision making represents part of a continuum; at the other end is scientific knowledge and understanding. Latest Information and Communications Technologies (ICTs) will have a dramatic impact on our lives directly or indirectly. The Internet, satellite technology and geographical information systems are prime examples of ICTs that have changed the way we carry out our daily activities. Weather based Agricultural information is part of a continuum that begins with scientific knowledge and understanding and ends with the evaluation of the information. Intermediate processes are the collection of data, changing data into useful information and dissemination of information. While scientific knowledge and understanding transcend national borders, the remaining components of the continuum may differ between developed and developing countries. The reasons for these differences are mainly a function of human, financial, and natural resources. In order for this information to be useful, it must be accurate, timely, and cost-effective, i.e. the benefit to be gained from implementing the information is more than the cost to obtain the information. Critical questions have been raised but clear responses are linked mainly to the scientific, technological, and social developments that will take place in the 21st century. There is no doubt that information and communication technologies will improve in the future, as will accessibility by hosting new portals and their timely updates. What will limit the generation and dissemination of agrometeorological information in the future is the same that limits it today: the interaction of people, from scientist to extension worker, in the continuum from basic understanding to practical applications. Thus, to prepare for the future now, we have to better integrate the human capital available at all levels of organization. It is high time to integrate and make it a habit to utilize all such vast information available online in preparing weather based agro advisories for in-season agricultural operations as required to acquire sustainable agricultural development through precision agriculture both for single locations and on a meso or regional scale.

Key words: Information and communication technologies, online outreach, weather based agricultural system.

⁽¹⁾ Department of Agricultural Meteorology, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, Haryana, India

⁽²⁾ Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agronômico, Campinas, SP, Brasil

⁽³⁾ NB Suporte Planejamento Agroambiental, Campinas, SP, Brasil

⁽⁴⁾ Visiting Scholar, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agronômico, Campinas, SP, Brasil

Resumo

Um sistema de informações utilizado para a tomada de decisões representa parte de um processo que na extremidade oposta estão a compreensão e o conhecimento científico. As tecnologias de informação e comunicação (Information and Communications Technologies - ICTs) mais recentes terão grande impacto em nossa vida, ou direta ou indiretamente. A Internet, a tecnologia de satélites e os sistemas de informações geográficas são exemplos de ICTs que mudaram o modo como fazemos nossas atividades diárias. Informação agrícola baseada no clima é parte de um processo que se inicia com o conhecimento científico e termina com a avaliação da informação. Os processos intermediários são: a coleta de dados, transformação dos dados em informações úteis e difusão da informação. Enquanto a compreensão e o conhecimento científico transcendem as fronteiras nacionais, os demais componentes desse processo podem ser diferentes entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Essas diferenças ocorrem em função de recursos humanos, financeiros e naturais. A fim de que essa informação seja útil, ela deve ser precisa, atual e economicamente viável, ou seja, o benefício a ser conseguido através da informação deve ser maior que o custo de sua obtenção. Questões críticas têm sido levantadas, mas respostas claras estão ligadas principalmente ao desenvolvimento científico, tecnológico e social que ocorrerá no século 21. Não há dúvida que as tecnologias de informação tornarão o futuro melhor, assim como a acessibilidade, através de hospedagem de portais novos e suas atualizações regulares. O que limitará a geração e difusão de informação agrometeorológica no futuro é o mesmo que a limita hoje em dia: a interação das pessoas, do cientista ao técnico em extensão rural, no processo que vai da compreensão básica às aplicações práticas. Dessa forma, para se preparar para o futuro agora, temos que integrar melhor o capital humano disponível em todos os níveis de organização. É o momento de integrar e tornar hábito o uso de toda informação disponível online para preparar consultivos agrícolas com base no clima para operações no tempo de safra, conforme necessário, para atingir o desenvolvimento agrícola sustentável através da agricultura de precisão, tanto na escala local quanto nas escalas média e regional.

Palavras-chave: Tecnologias de informação e comunicação, alcance online, sistema agrícola com base no clima.

1. Introdução

A população mundial vem crescendo mais rapidamente que a produção de grãos desde o início da década de 1980 e, desta forma, a produção mundial per capita de grãos está em queda. Dyson (1999) também afirma que a taxa de crescimento da produção de grãos está caindo; esse fato implica que tal declínio é causado pelo aumento das limitações ambientais sobre a produção. A população mundial pode exceder 8,5 bilhões de pessoas no ano 2025. Ao mesmo tempo, a crescente demanda dessa população por alimento e outros produtos agrícolas permanece incerta. A agricultura tem que enfrentar esse desafio, principalmente com o aumento sustentável da produção. É um fato aceito que a produção de alimento está intimamente relacionada com as condições do tempo e do clima. De todos os fatores que controlam a produção agrícola, o clima é o único sobre o qual o ser humano não tem controle, o que resulta no seu domínio sobre o sucesso ou fracasso de empreendimentos agrícolas. Um estudo realizado pela Organização Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization - W.M.O.) para avaliar os efeitos do clima na produção de alimentos atesta que a variabilidade da produção de alimentos devido ao clima é superior a 10 por cento (Obasi, 2000). A variação induzida pelo clima pode chegar a 50 por cento da produção normal em áreas menores. A fim de reduzir os riscos de perda da produção de alimentos decorrentes dos caprichos do tempo, o clima deve ser tomado como um fator a ser considerado no planejamento agrícola bem como nas várias facetas da produção agrícola (Singh et al., 2000).

Condições climáticas são críticas para a produção agrícola, especialmente em sistemas agrícolas dependentes da chuva, como os da Índia e de outros países em desenvolvimento. O crescimento futuro da população mundial criará mais pressão sobre os recursos do solo, de água doce e sobre o meio ambiente. A produtividade agrícola vai ter que aumentar conforme o crescimento da demanda por alimentos. Agricultores e tomadores de decisões terão que enfrentar o desafio, utilizando todas as tecnologias e bases de informações disponíveis, a fim de aumentar a produção por hectare de forma sustentável. Sistemas de informação agrometeorológica e sistemas consultivos podem contribuir efetivamente para o processo de tomada de decisões, contanto que sejam agilizados para atender às necessidades específicas dos tomadores de decisões e agricultores e entregues em tempo hábil e de

forma amigável ao usuário. Tecnologias de Informação e Comunicação (ICTs) aperfeiçoadas, incluindo a internet, podem facilitar a difusão rápida e eficiente de toda informação agrometeorológica e consultivos relacionados. Na escala regional para o Estado de São Paulo no Brasil, um sistema de alerta agrometeorológico (Agrometeorology Warning System - AgWS) foi instalado no Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), em 1988, e dá apoio à produção agrícola e ao desenvolvimento de cultivo (Brunini et al. 1996; 1998).

O CIIAGRO é uma estrutura operacional que fornece informação agrometeorológica para agricultores, serviços de extensão rural e outras partes interessadas, com relação a tipo de solo, desenvolvimento de culturas, práticas agrícolas, manejo de pragas, demandas de irrigação, riscos climáticos (geada, seca, estiagem), água armazenada no solo, balanço hídrico, produção da colheita e previsão do tempo. Serviços agrometeorológicos na região deveriam, portanto, tirar vantagem do potencial oferecido pela rede mundial de computadores em um esforço para aperfeiçoar os serviços que prestam aos agricultores. Os benefícios de um servidor de rede centralizado para a informação agrometeorológica das seis regiões da WMO ⁽¹⁾ é um passo na direção certa para enfatizar a importância da agrometeorologia aplicada para o desenvolvimento dos estados-membros considerando-se as limitações a seguir:

- População mundial e regional crescentes;
- Demanda crescente por alimentos;
- Necessidade de maior eficiência na produção agrícola;
- Uso sustentável da base de recursos;
- Variabilidade climática: um fator limitante na produção de culturas e criação de animais

2. Eficiência Ampliada da Produção Agrícola Sustentável

O processo de aumento da produtividade das culturas e conseqüentemente das safras e o avanço da agricultura para a sustentabilidade é extremamente complexo. Os processos produtivos terão que ser aperfeiçoados, a fim de suprir as demandas crescentes, especialmente nas regiões em desenvolvimento onde o crescimento da população será mais alto nas próximas duas décadas. Informação e previsões agrometeorológicas atualizadas e precisas demonstraram ser ferramentas efetivas para a tomada de decisões críticas na operação rotineira de propriedades rurais, bem como o planejamento em médio e longo prazos. A capacidade de difundir informações agrometeorológicas atualizadas e relevantes para a comunidade, de modo que esta possa agir da melhor forma possível, é de extrema importância para qualquer Serviço de Agrometeorologia. Tecnologias de Informação e Comunicação, incluindo a Internet, tornaram-se um meio rápido e dinâmico de difusão de informações agrometeorológicas em muitos países do mundo. Em assentamentos rurais onde conexões à Internet não estão disponíveis, os meios tradicionais de difusão de informações, tais como rádio, televisão e veículos de notícias podem ser utilizados juntamente com as ICTs ⁽²⁾ para levar a mensagem a um público muito maior. Telecentros Comunitários de Propósitos Múltiplos (Multipurpose Community Telecenters - MTCs) constituem opções para reduzir a lacuna entre as áreas ricas e as pobres em informação em um país. Os MTCs oferecem serviços de telecomunicação tais como telefonia, serviços de fax, correio eletrônico, internet, servidores web e aumento de capacidade. Esses centros podem usar a infra-estrutura de telecomunicações existente ou podem introduzir novas tecnologias tais como comunicação digital via satélite ou instalações wireless, e roteamento moderno por fibra óptica, com o aumento da capacidade de largura de banda. A informação agrometeorológica para agricultores via páginas da internet pode ser ilimitada, especialmente se o pacote for preparado em colaboração com especialistas agrícolas e pessoal de serviços de extensão rural/agro-consultivos, sendo esta a abordagem recomendada. Contudo, não se atingirá o propósito desejado se a informação for complexa e irrelevante para as necessidades específicas dos usuários.

⁽¹⁾ World Meteorological Organization

⁽²⁾ Tecnologias de Informação e Comunicação

Conseqüentemente, é importante que os designers da página web tenham em mente de que forma preparar a estrutura e o conteúdo das páginas, a fim de priorizar as necessidades dos usuários e apresentar a informação de forma amigável e facilmente acessível. Em uma pesquisa recente, realizada entre alguns agricultores e escritórios de extensão rural, em um seminário sobre gerenciamento de safra, as seguintes informações agrometeorológicas foram solicitadas, em ordem de importância:

a) Precipitação Pluvial

- i. Estimativas de previsões para as próximas 24, 48 e 72 horas;
- ii. Características sazonais da precipitação (probabilidade de condições de umidade e de seca);
- iii. Condição atual ou sazonal das chuvas e climatologia.

b) Temperatura do Ar e do Solo

- i. Máxima e mínima;
- ii. Mapas de temperaturas atuais e previstas;
- iii. Temperatura na camada superior do solo;

c) Panorama geral do tempo e imagens de satélite das nuvens.

d) Umidade

- i. Umidade do ar;
- ii. Umidade do solo.

e) Ventos

- i. Direção dos ventos de superfície;
- ii. Velocidade dos ventos de superfície.

f) Avisos de enchentes e outros eventos climáticos extremos como secas e estiagens.

g) Fases da Lua

Uma recomendação sempre feita por extensionistas rurais e agricultores é que a informação deve complementar a fase sazonal da safra e do ciclo da produção animal. Em outras palavras, a informação agrometeorológica deve ser relevante para a safra/produção animal e estar integrada em consultivo ou boletim agrônômico que emane dos serviços de extensão/consultivo rural.

3. Status das Páginas Online para Sistemas Agrícolas com base no Clima

3.1 No nível internacional

O Weekly Weather and Crop Bulletin (WWCB)⁽³⁾ foi inicialmente publicado como Weekly Weather Chronicle ⁽⁴⁾ em 1872, e foi publicado sob vários títulos (Stefanski, 2002).

⁽³⁾ Boletim Semanal de Clima e Safra. (Nota do Tradutor)

⁽⁴⁾ Crônica Semanal do Clima. (Nota do Tradutor)

Desde 1978, o WWCB vem sendo produzido pela Joint Agricultural Weather Facility (JAWF) ⁽⁵⁾, sendo operada em colaboração pelo Departamento de Agricultura dos EUA (U.S. Department of Agriculture - USDA), o World Agricultural Outlook Board ⁽⁶⁾ (WAOB), Centro de Previsão do Clima do Departamento de Comércio (CPC), e o Serviço Nacional de Estatística Agrícola do Departamento de Agricultura dos EUA (National Agricultural Statistics Service -NASS).

Em 1995, partes do WWCB começaram a ser distribuídas na internet, mas os produtos não estavam todos reunidos em uma única página (WWCB, 1995). Em julho de 1996, a página da JAWF havia sido desenvolvida e estava operacionalmente disponível online (WWCB 1996).

3.1.1 Serviço Mundial de Informações AgroMeteorológicas (World AgroMeteorological Information Service - WAMIS)

Várias ferramentas e recursos foram compilados de fontes diferentes ou desenvolvidos especificamente para o WAMIS para auxiliar os membros do WMO no aperfeiçoamento de seus boletins agrometeorológicos. Os quatro temas são:

- Dados (inclui informações sobre o gerenciamento de dados, portal na internet sobre estações climáticas automáticas e software disponibilizado gratuitamente);
- Informação - inclui ligações (links) para páginas sobre secas, ferramentas de análise de Serviços de Informação Geográfica incluindo GrADS, fenologia da colheita e outros aspectos da coleta e análise de informações;
- Difusão (design do boletim, ferramentas de comunicação, tecnologias para internet e experiências de internet ao redor do mundo) e,
- Feedback (instruções sobre como obter respostas de usuários).

3.2 No Contexto Indiano

Na Índia, a agência nodal de monitoramento do clima, o Departamento Meteorológico da Índia (India Meteorological Department - IMD) começou a prestar serviços relacionados ao clima para agricultores em 1945. A informação era transmitida pela Rádio All India na forma do “Boletim do Clima para Fazendeiros” (Farmer’s Weather Bulletin - FWB). Subseqüentemente, em 1976, o IMD começou o Serviço Consultivo Agro-Meteorológico Agrícola (Agro-Meteorological agricultural Advisory Service - AAS) de seus centros meteorológicos estaduais, em colaboração com os departamentos de agricultura dos respectivos governos estaduais. Embora esses serviços venham sendo prestados regularmente pelo IMD há muitos anos, a demanda da comunidade de produtores rurais não pode ser completamente satisfeita devido a certos empecilhos nos sistema que, atualmente, tencionam fornecer mais informações baseadas no clima no nível distrital na Índia.

A agência nodal Indiana de pesquisa agrícola, o Indian Council of Agricultural Research, também fornece suporte ao Manejo Agrícola Baseado no Clima voltado à agricultura e pecuária através de sua página na internet (<http://www.icar.org.in>) com mais ligações (links) para informações sobre a interação entre produção agrícola e clima em <http://www.cropweatheroutlook.com>.

Informações agrícolas também são fornecidas por diferentes universidades estaduais agrícolas, incluindo a Universidade Agrícola Haryana (CCS Haryana Agricultural University), juntamente com outros institutos envolvidos em pesquisa agrícola e meteorológica na Índia. Mas as informações fornecidas até agora por várias instituições nacionais e estaduais ainda pecam pela falta de abordagem em tempo real abrangente e integrada sobre região, produtos e operação agrícola que são necessárias agora e também no futuro para sustentar a produção agrícola na região.

⁽⁵⁾ Junta para Agricultura e Clima. (Nota do Tradutor)

⁽⁶⁾ Conselho Mundial para a Agricultura (Nota do Tradutor)

3.3 Cenário Brasileiro

Esforços recentes no aumento da capacidade da agrometeorologia operacional no Brasil têm impacto muito profundo no desenvolvimento da agricultura sustentável nos cenários de mudança e variabilidade climática. Várias instituições e cientistas mantidas pelo governo federal e pelos governos estaduais em todo o país mantêm redes de estações climáticas e meteorológicas e geram produtos agrometeorológicos para o benefício de usuários finais, tomadores de decisão e outras partes interessadas (Caramori e Oliveira, 2002). Os vários sistemas regionais/estaduais específicos de informação agrícola com base na internet que existem no Brasil são:

Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (www.pr.gov.br/iapar/sma) e o Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR www.simepar.br) - emitem previsões de geadas e o IAPAR aconselha e prepara produtores de café para adotar práticas de proteção no Estado do Paraná.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A (EPAGRI), por meio de seu Centro de Meteorologia CLIMERH - emite previsões diárias e avisos especiais juntamente com produtos agrometeorológicos específicos gerados para clientes no Estado de Santa Catarina.

Em nível federal, há agências governamentais como o Instituto Nacional de Meteorologia, INMET (www.inmet.gov.br), que, através de sua rede de estações mecânicas distribuídas pelo Brasil, gera previsões diárias por região, avisos especiais sobre condições climáticas excepcionais, mapas temáticos de temperatura, precipitação pluvial, evapotranspiração, balanço hídrico e prognósticos climáticos.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por intermédio de seu Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, www.cptec.inpe.br) emite previsões diárias, fornece imagens de satélite e resultados de modelos regionais e globais de previsões do tempo. Avisos especiais são emitidos em diversos eventos como geada ou variação climática relacionada ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENSO).

Além disso, um esforço muito abrangente e integrado voltado à Agrometeorologia operacional vem sendo feito através do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) que iniciou um Sistema de Alertas Agrometeorológicos (agrometeorology.warning system - AgWS), em 1988, no Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, que dá suporte à produção e ao desenvolvimento agrícola em São Paulo. Os boletins são emitidos duas vezes por semana e enfocam as condições agrometeorológicas, previsão do tempo e desenvolvimento de culturas, controle de pragas e adversidades meteorológicas. Até o momento, aproximadamente 1808 boletins já foram emitidos de forma ininterrupta desde que o AgWS foi lançado. O AgWS é embasado em uma rede abrangente e extensa de mais de 200 estações climáticas. A maioria dessas é de estações automáticas (AWS – Automated Weather Stations) e as restantes são estações de primeira ou segunda classe. O conceito básico do AgWS é que toda informação relacionada ao clima, variação climática, exigências climáticas das culturas e manejo de pragas é integrada ONLINE em uma análise de rotina para dar suporte aos agricultores, políticas governamentais e outras partes interessadas com uma base em tempo real ao alcance de uma única tecla.

4. Escopo do aperfeiçoamento nos sistemas agrícolas online baseados no clima

Ao desenvolver produtos agrícolas relacionados ao clima para a internet, descobriu-se que o formato PDF do Adobe Acrobat Reader é muito útil. Informações disponíveis em outros formatos geram reclamações que variam de:

- Partes gráficas não impressas;
- Cores não reproduzíveis em algumas impressoras;
- Produtos relevantes não encontrados juntos.

Desta forma, instruções para a produção de aplicativos para internet para informações agrícolas baseadas no clima devem ser seguidas conforme demonstrado a seguir:

- Manter páginas web simples e fáceis de acessar;
- Evitar campos que reduzam o objetivo principal;
- Aparência pseudo-frames para páginas web;
- Ao atualizar site, manter em mente os usuários;
- Usar o formato PDF sempre que possível;
- Manter calendários de publicações;
- Atualizar e manter ligações (links) para outros produtos e sistemas AgMet;
- Arquivar produtos de forma a facilitar o download;
- Garantir que os produtos sejam consistentes e equilibrados;
- Usar linguagem que seja facilmente compreensível, evitando descrições complicadas;
- Manter produtos sensíveis na rede interna (Intranet).

É bem possível que, em muitos países, incluindo a Índia, haja outras páginas na internet, especialmente de instituições de pesquisa, universidades e agências privadas que fornecem informações agrometeorológicas para grupos específicos de usuários. Contudo, uma pesquisa breve das páginas disponíveis leva à conclusão de que há uma carência de informações agrometeorológicas na internet. Por exemplo, a informação agrometeorológica se tornou obsoleta ou inexistente, apesar do fato que a economia da maioria desses países está baseada na agricultura, na agroindústria e no turismo. A internet e outras formas de tecnologia de informação e comunicação oferecem uma oportunidade valiosa para o fortalecimento regional da agrometeorologia aplicada. As tecnologias de informação e comunicação continuarão a avançar, tornando-se mais acessíveis para grande número de pessoas ao redor do mundo. Ao mesmo tempo, haverá demanda por aumento na produtividade agrícola em um mundo de ganhos per capita decrescentes, recursos hídricos tornando-se escassos, e os impactos negativos da variabilidade climática. Agricultores e fazendeiros demandarão informações agrometeorológicas melhores, com valor agregado, para a tomada de decisões críticas. A internet continuará a ser um dos meios preferidos para a difusão rápida e eficiente de informação agrometeorológica baseada no clima para agricultores/usuários finais, tomadores de decisão e outras partes interessadas. A página do CAgM Agromet na internet certamente trará incentivo para o fornecimento de melhores informações e serviços agrometeorológicos ao redor do mundo. A melhora contínua na comunicação da informação agrometeorológica para as comunidades de agricultores e fazendeiros exige que as questões críticas a seguir sejam abordadas (Weiss et al, 1999). Em escala regional, tal sistema de informações está disponível ONLINE no Centro de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) no <http://www.ciiagro.sp.gov.br> no Estado de São Paulo:

- Como podem tipos diversos de dados agrometeorológicos ser integrados dando origem a informações úteis que respondam às necessidades diversas de aplicação das comunidades de produtores rurais?
- Que tipos de informações são necessárias para os diversos grupos de usuários finais e, dadas as diferenças em suas práticas agrícolas e em seus sistemas socioeconômicos e culturais, quais são as tecnologias apropriadas de comunicação para que estas cheguem até eles?
- Cada a redução no financiamento público dos serviços de aconselhamento agrícola, que alternativas existem para a comunicação da informação agrometeorológica e sob quais circunstâncias ela pode ser fornecida mediante cobrança de alguma taxa?
- Qual a necessidade de treinamento para os usuários finais e dos vários intermediários que fornecem a estes os serviços de aconselhamento?

5. Conclusões

A internet terá um papel determinante na informação agrícola com base no clima, tanto através do acesso direto quanto do acesso indireto naquelas regiões onde o alcance das tecnologias de informação e comunicação é limitado.

Nas economias em desenvolvimento, como a Índia e o Brasil, telecentros comunitários de propósitos múltiplos serão pontos focais para diversos tipos de informação, alguns dos quais virão da internet. Estes telecentros podem ser fontes de informações agrometeorológicas a serem difundidas através de estações de rádio rurais em idiomas locais. Dados de sensoriamento remoto e de sistemas de informações geográficas são utilizados no sul da África para fornecer informações sobre as condições de produção agrícola e segurança alimentar. Sendo difundida, esta informação é utilizada? Uma metodologia foi apresentada, a fim de avaliar o impacto da informação. Esta pode ser aplicada como uma pesquisa escrita ou através de entrevistas. São apresentadas evidências de que as pessoas estariam dispostas a pagar pela informação agrometeorológica se esta tiver valor, tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento. Questões críticas foram levantadas, mas respostas claras estão ligadas principalmente aos desenvolvimentos científico, tecnológico e social que acontecerão no século 21. Não há dúvida que as tecnologias de informação e comunicação serão aperfeiçoadas no futuro, assim como a acessibilidade. O que limitará a geração e a difusão de informação agrometeorológica no futuro é o mesmo que hoje: a interação das pessoas, do cientista ao trabalhador de extensão, no processo entre o conhecimento básico e as aplicações práticas. Assim, para nos prepararmos para o futuro agora, temos que integrar melhor o capital humano disponível em todos os níveis de organização. É o momento de integrar e criar o hábito de usar toda a vasta informação disponível para preparar consultivos agrícolas com base no clima (Sastry, 2004) para operações agrícolas tanto em localidades isoladas quando na escala média ou regional, conforme desejado.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece a permissão concedida pela CCS Haryana Agricultural University, Hisar por essa parceria. Também agradece à Academia de Ciências do Mundo em Desenvolvimento (Academy of Sciences for the Developing World – T.W.A.S.) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq) pelo apoio financeiro sob o programa TWAS-UNESCO.

Referências

- Brunini, O., H.S. Pinto, J. Zullo, G.Q. Pellegrino, F.B. Arruda, M. Fujiwara, E. Sakai, and R.C.M. Pires. 1998. Sistema de Aconselhamento Agrometeorológico. Pages 15-37 in Anais II. Congresso Brasileiro de Biometeorologia. Goiânia-GO.
- Brunini, O., M.A. Santos, R.V. Calheiros, E. Caputi, J.M. Santos, A.G. Picini, and H.S. Pinto. 1996. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Pages 133-134 in Anais VIII Congresso Argentino de Meteorologia e VII Congresso Latinoamericano Ibérico de Meteorologia. Buenos Aires, AR.
- Caramori P Henrique and Oliveira Dalziza de. 2002. Status of Operational Agrometeorology in Brazil. Revista Brasileira de Agrometeorologia (2002), Volume 10, Nr. 2, pp. 363-371.
- Dyson, T. 1999. World food trends and prospects to 2025. Proc. Natl. Acad. Sci. USA Vol. 96, pp. 5929-5936, May 1999.
- Obasi, G. O. P. 2000. Mitigation of Natural Disasters: WMO's Contribution to Societal Needs in the New Millennium. Lecture presented at the eightieth Annual Meeting of the American Meteorological Society. Long Beach, CA, USA, SG/118, 32 pp.
- Rathore, L.S., Singh, K.K., and Gupta, A. 2004. National Centre for Medium Range Weather Forecasting: activities, current status and future plans. Journal of Agrometeorology, Vol 6 (Special Issue). 258-264.
- Sastry, P. S. N. 2004. Vision for integrated and holistic approach in agrometeorology. Journal of Agrometeorology, Vol 6 (Special Issue). 1-4.

Singh, S., Rao, V.U.M. and Singh, D. 2000. Global warming and world food security. In: Resource Management for Sustainable Agriculture (Eds.: A. Singh et al.). CCS HAU Hisar and MMB New Delhi, pp. 251-257.

Stefanski, R.J., 2002. Internet Applications for Agrometeorological Products -Experiences from USA. In: Proceedings of the Expert Group Meeting on Internet Applications for Agrometeorological Products held 6-9 May 2002 in Washington, D.C. USA.

Weekly Weather and Crop Bulletin. 1995. Bulletin Information of the Internet. USDA/DOC, 82 (21): 23.

Weekly Weather and Crop Bulletin. 1996. JAWF Goes Online. USDA/DOC, 83 (26):23.

Weiss, A., Crowder L. van and Bernardi M. 1999. Communicating Agrometeorological Information. WMO Bulletin, 48 (4): 368-374.

<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>



CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS
CIAGRO

Centro de Ecofisiologia e Biofísica (IAC)
Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
Caixa Postal 28
13012-970 Campinas (SP) Brasil

<http://hau.ernet.in/>



Department of Agricultural Meteorology
CCS Haryana Agricultural University
Hisar-125004
India

Apoio

FundAg
FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGRÍCOLA



SECRETARIA DE
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO

