

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PARÂMETROS DE IRRIGAÇÃO POR ANÁLISE
NUMÉRICA PARA A CULTURA DO MILHO NA
REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

TESE DE DOUTORADO

Gustavo Trentin

Santa Maria, RS, Brasil

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**PARÂMETROS DE IRRIGAÇÃO POR ANÁLISE
NUMÉRICA PARA A CULTURA DO MILHO NA REGIÃO
CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

por

Gustavo Trentin

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Arno Bernardo Heldwein

Santa Maria, RS, Brasil

2009

T795p	Trentin, Gustavo, 1979- Parâmetros de irrigação por análise numérica para a cultura do milho na Região Central do Rio Grande do Sul / por Gustavo Trentin ; orientador Arno Bernardo Heldwein. - Santa Maria, 2009. 192 f. ; il. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2009. 1. Agronomia 2. <i>Zea mays</i> 3. Função densidade de probabilidade 4. Estresse hídrico 5. Épocas de semeadura 6. Capacidade de armazenamento de água disponível I. Heldwein, Arno Bernardo, orient. II. Título CDU: 633.15
-------	---

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

©2009

Todos os direitos autorais reservados a Gustavo Trentin. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.
Endereço eletrônico: gustavotrentin@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Tese de Doutorado

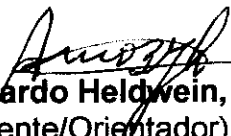
**PARÂMETROS DE IRRIGAÇÃO POR ANÁLISE NUMÉRICA PARA
A CULTURA DO MILHO NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE
DO SUL**

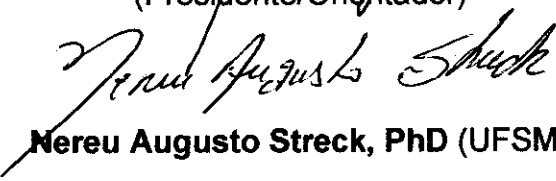
elaborada por

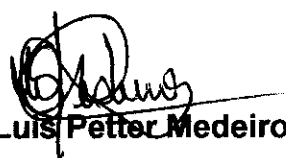
Gustavo Trentin

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:


Arno Bernardo Heldwein, Dr.
(Presidente/Orientador)


Nereu Augusto Streck, PhD (UFSM)


Sandro Luis Petter Medeiros, Dr. (UFSM)


Joel Cordeiro da Silva, Dr. (IFF-SVS)


Luciano Streck, Dr. (UERGS)

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2009.

“Se a meta principal de um capitão fosse preservar
seu barco, ele o conservaria no porto para sempre”.

São Tomás de Aquino
(1225-1274, filósofo italiano)

DEDICO

Aos meus pais, João e Lúdia, pelo amor e
dedicação em todos os momentos, pelas
lições de vida tão importantes que sempre
ficarão marcadas e serão utilizadas a
cada dia da minha vida. A meu irmão,
Roberto, pelo incentivo, força, e
amizade.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me por conduzir com sabedoria nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminho nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

Ao Prof. Dr. Arno Bernardo Heldwein, pela orientação, ensinamentos, estímulo, companheirismo, profissionalismo ético e amizade. Muito obrigado Prof. Arno por esses dez anos de conhecimentos compartilhados.

Ao Prof. PhD. Nereu Augusto Streck pela amizade, conhecimentos transmitidos e pela importante contribuição na minha formação durante o curso de pós-graduação.

Ao professor Dr. Sandro Luis Petter Medeiros, pela amizade, apoio e conhecimentos transmitidos.

Aos professores Dr. Joel Cordeiro da Silva (IFF-SVS) e Dr. Luciano Streck (Uergs) pela amizade, ensinamentos e generosidade em compartilhar conhecimentos, durante a minha graduação e pós-graduação.

Aos professores Dr. Galileo Adeli Buriol e Msc. Valduino Estefanel, pela dedicação desempenhada na manutenção do setor de agrometeorologia durante décadas e pelos conhecimentos compartilhados durante a minha graduação.

Ao programa de pós-graduação em Agronomia, aos seus professores pelos valiosos ensinamentos e aos observadores meteorológicos Francisco, Rossano e Sebastião pela coleta dos dados meteorológicos.

Aos colegas e amigos Alexandre, Alfredo, Carina, Cleber, Dionéia, Edenir, Gizelli, Ivonete, Leosane, Jana, Isabel, Ivan, Joelma, Fabrício, Flávia, Hamilton, Joner, Lidiane, Luana, Luis, Mateus, e Sidinei pelo companheirismo e pela amizade.

Aos amigos Bruno Schmitt Filho, Breno Teixeira Rodrigues e Marcelo Dal Pozzo, pela nossa grande amizade, que apesar da distância permanece desde a nossa infância e adolescência.

A Capes pela bolsa concedida.

A todos aqueles que, embora não mencionados, sabem que contribuíram em alguma etapa do meu doutorado e da minha vida.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

PARÂMETROS DE IRRIGAÇÃO POR ANÁLISE NUMÉRICA PARA A CULTURA DO MILHO NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

AUTOR: GUSTAVO TRENTIN

ORIENTADOR: PROF.º DR. ARNO BERNARDO HELDWEIN

Local e data da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2009.

O milho é uma das principais culturas da Agricultura Brasileira. A cultura sofre grandes perdas quando submetida a deficiência hídrica. Para contornar esse problema e evitar a baixa disponibilidade de água no solo, a irrigação do milho é a principal alternativa. Mas para isso ocorrer de forma satisfatória é necessário conhecer os parâmetros de irrigação e a necessidade de irrigação do milho em cada região. O objetivo desse trabalho foi determinar os valores mais prováveis de duração dos subperíodos do ciclo de desenvolvimento, de lâmina de irrigação e de número de irrigações necessários para o milho semeado em diferentes épocas, considerando-se a capacidade de armazenamento de água disponível dos principais solos da Região Central do Estado do Rio Grande do Sul e sua variação com o desenvolvimento simulado das plantas. O desenvolvimento da cultura para os três grupos de maturação foi realizado através da soma térmica, para as 14 épocas de semeadura, do início do mês de agosto até meados de fevereiro, para cada ano do banco de dados da Estação Meteorológica Principal de Santa Maria – RS (EMPSM), utilizando o período de 1968 a 2008. Para simular a irrigação, os 13 solos da região de abrangência da EMPSM, foram agrupados em seis grupos que apresentam características semelhantes de capacidade de armazenamento de água disponível (CAD) e capacidade de infiltração. O balanço hídrico diário determinou a variação da água disponível e o momento da irrigação. O momento da irrigação foi determinado quando os solos alcançavam a fração mínima de água disponível a ser mantida. Para isso, foram utilizados quatro manejos que representaram a condição de quando a água retirada do solo alcançava a fração 20%, 30%, 40% e 50% da CAD. A análise dos dados consistiu de análise de variância, teste de comparação de médias e análise de distribuição de probabilidade para as variáveis: duração dos subperíodos e do ciclo de desenvolvimento do milho, lâmina de irrigação e o número de irrigações. Os subperíodos que ocorrem da semeadura até o pendoamento são maiores na primeira semeadura (01/08). Após o pendoamento a maior duração dos subperíodos ocorre na semeadura mais tardia (15/02). As distribuições normal e lognormal representam melhor o desenvolvimento do milho podem ser usadas para a duração dos subperíodos e do ciclo total. As épocas de semeadura do início de outubro até o início de novembro necessitam de maiores lâminas de irrigação considerando todo o ciclo, independente do solo e grupo de maturação. O grupo de maturação normal necessita maior lâmina de irrigação durante o ciclo de cultivo para todas as épocas de semeadura, e o grupo de maturação superprecoce tem a menor lâmina. A lâmina de irrigação e o número de irrigações são representadas pelas funções de distribuição de probabilidade normal, lognormal, gamma e Weibull. Para a probabilidade de 90% de ocorrência, a lâmina de irrigação varia entre 31 e 171 mm e o número de irrigações entre uma e dezenove durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, dependendo da época de semeadura, grupo de maturação do milho e do solo de cultivo.

Palavras-chave: *Zea mays*, função densidade de probabilidade, estresse hídrico, capacidade de armazenamento de água disponível, épocas de semeadura.

ABSTRACT

Doctoral Thesis
Graduate Program in Agronomy
Federal University of Santa Maria

PARAMETERS OF IRRIGATION BY NUMERICAL ANALYSIS FOR MAIZE IN THE CENTRAL AREA OF RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: GUSTAVO TRENTIN

ADVISOR: PROF^o DR. ARNO BERNARDO HELDWEIN

Location and date of defense: Santa Maria, February 27th, 2009.

Maize is a main crop in Brazil. Maize yield can be decreased by water deficit. Irrigation is an alternative to overcome this problem and avoid the low soil water availability. In order to efficiently irrigate a crop it is necessary to know some parameters and irrigation and crop requirements in each region. The objective of this study was to determine the most likely values the duration of developmental phases, water depth and the number of irrigations required for maize crop sown at different sowing dates, considering the water storage capacity of main soils of the Central Area of Rio Grande do Sul State and its variation with simulated developmental stage. Crop development for three maturation groups was simulated using the thermal time, for 14 sowing dates, from August until mid-February, every during the period from 1968 to 2008, covered by meteorological data at Santa Maria – RS (EMPSM). To 13 soils, were grouped into six groups with similar water storage capacity (CAD) and infiltration capacity. Daily water balance was calculated when soil reached a minimum fraction of available water, according to four management levels (water withdrawn from the soil reached 20%, 30%, 40% and 50% of CAD). Data analysis consisted of analysis of variance, mean comparison tests and probability distribution analysis of the duration of crop developmental phases and the entire developmental cycle, water depth and number of irrigations. Developmental until tasseling are larger in the earliest sowing date (01/08). After tasseling, the greater duration of developmental phases occurs in the latest sowing (15/02). The normal and lognormal distributions represent better the variation of the duration of maize development both for the duration of the phases and the entire cycle. Sowing dates from early October to early November result a greater need water depth considering the entire cycle, regardless of the soil and maturation group. The mid maturation group needs more water during the entire cycle for all sowing dates, and the very early maturation group has the lowest water requirement. The variation of water depth and the number of irrigations follow the normal, lognormal, gamma and Weibull probability distribution functions. For the 90% probability level the water depth varies between 31 and 171 mm and the number of irrigations varies between one and nineteen during the developmental cycle, depending on sowing date, maize maturation group and soil.

Keywords: *Zea mays*, probability density function, water stress, water storage capacity, sowing dates.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Duração média do ciclo total do milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce em função das épocas de semeadura, simuladas durante os anos de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	47
TABELA 2	Variáveis meteorológicas utilizadas na simulação do desenvolvimento do milho e para o cálculo do balanço hídrico diário do solo. Santa Maria, RS, 2009.....	49
TABELA 3	Variáveis meteorológicas calculadas a partir dos dados meteorológicos e respectivas funções matemáticas. Santa Maria, RS, 2009.	50
TABELA 4	Épocas de semeadura (ES) utilizadas na simulação do desenvolvimento da cultura do milho. Santa Maria, RS, 2009.....	54
TABELA 5	Soma térmica acumulada para cada grupo de maturação, subperíodos de desenvolvimento e modelo de cálculo dos coeficientes de cultura utilizados para determinar a evapotranspiração máxima do milho em Santa Maria, RS, 2009. Adaptados de MATZENAUER et al. (2002).	55
TABELA 6	Capacidade de armazenamento de água disponível no solo inicial (CAD _{in}) e final (CAD _f), curva número (CN) da precipitação efetiva, unidades de mapeamento (BRASIL, 1973) e classificação dos solos (STRECK et al., 2008) da área de abrangência da estação meteorológica principal de Santa Maria, RS, utilizados no estudo simulado dos parâmetros de irrigação para os anos agrícolas de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	58
TABELA 7	Comparação da duração média dos subperíodos (dias) para o grupo de maturação normal compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e de todo ciclo de desenvolvimento (S-MF) do milho, para as 14 épocas de semeadura (ES) simuladas em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	62
TABELA 8	Comparação da duração média dos subperíodos (dias) para o grupo de maturação precoce compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e de todo ciclo de desenvolvimento (S-MF) do milho, para as 14 épocas de semeadura (ES) simuladas em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	64

TABELA 9 Comparação da duração média dos subperíodos (dias) para o grupo de maturação superprecoce compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e de todo ciclo de desenvolvimento (S-MF) do milho, para as 14 épocas de semeadura (ES) simuladas em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 65

TABELA 10 Frequência de casos com ajuste estatisticamente significativo das funções de distribuição de probabilidades (Fdp) lognormal (lnormal), normal, Weibull e gamma, para a duração dos subperíodos e do ciclo total, simulados para os anos de 1968 a 2008, para cada grupo de maturação do milho. Santa Maria, RS, 2009..... 67

TABELA 11 Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S) e emergência (E), emergência (E) até 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), 40%ST - pendoamento (P), pendoamento - grão leitoso (GL), grão leitoso - maturação fisiológica (MF) para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, para as épocas de semeadura (ES) de agosto e setembro em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009. 68

TABELA 12 Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S) e emergência (E), emergência (E) até 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), 40%ST - pendoamento (P), pendoamento - grão leitoso (GL), grão leitoso - maturação fisiológica (MF) para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, para as épocas de semeadura (ES) de outubro e novembro em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009. 69

TABELA 13 Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S) e emergência (E), emergência (E) até 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), 40%ST - pendoamento (P), pendoamento - grão leitoso (GL), grão leitoso - maturação fisiológica (MF) para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, para as épocas de semeadura (ES) de dezembro e janeiro em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009. 70

TABELA 14	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S) e emergência (E), emergência (E) até 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), 40%ST - pendoamento (P), pendoamento - grão leitoso (GL), grão leitoso - maturação fisiológica (MF) para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, para as épocas de semeadura (ES) de fevereiro em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	71
TABELA 15	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração do ciclo do milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, simuladas para as 14 épocas de semeadura (ES), em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.	72
TABELA 16	Duração provável dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e o ciclo total (S-MF), para 14 épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação normal, simuladas para a série histórica de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.	73
TABELA 17	Duração provável dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e o ciclo total (S-MF), para 14 épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação precoce, simuladas para a série histórica de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.	74
TABELA 18	Duração provável dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e o ciclo total (S-MF), para 14 épocas de semeadura (ES) para o grupo superprecoce, simuladas para a série histórica de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.	75
TABELA 19	Valores médios de lâmina de irrigação (mm) e do número de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre grupos de solos analisados na simulação do ciclo do milho nos grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.	77
TABELA 20	Comparação dos valores médios de lâmina de irrigação (mm), dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparadas entre épocas de semeadura (ES) na simulação do ciclo do milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.	78

TABELA 21	Valores médios de número de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre épocas de semeadura (ES) na simulação do ciclo do para os grupos de maturação de milho normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	79
TABELA 22	Valores médios de lâmina de irrigação (mm) e número de irrigações, totalizados em cada período de cultivo e comparados entre manejos de irrigação na simulação para o ciclo dos grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	80
TABELA 23	Valores médios de lâmina de irrigação (mm), totalizados em cada período de cultivo, comparados entre grupos de solo para quatro manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho nos grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	81
TABELA 24	Valores médios de número de irrigações em cada período de cultivo comparados entre grupos de solos para quatro manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho nos grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	82
TABELA 25	Valores médios de lâmina de irrigação (mm), dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, entre épocas de semeadura (ES) para os grupos de solos, analisados na simulação do ciclo do milho para os grupos de maturação normal, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	83
TABELA 26	Valores médios de lâmina de irrigação (mm), dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos analisados por simulação do ciclo do milho no grupo de maturação precoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	84
TABELA 27	Valores médios de lâmina de irrigação (mm), dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparadas entre épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos, analisados por simulação do ciclo do milho no grupo de maturação superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	85
TABELA 28	Valores médios de números de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação normal, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	86

TABELA 29	Valores médios de números de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação precoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	86
TABELA 30	Valores médios de números de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.	87
TABELA 31	Valores médios de números de irrigações, totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação normal, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	88
TABELA 32	Valores médios de números de irrigações, totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação precoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	89
TABELA 33	Valores médios de números de irrigações, totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	89
TABELA 34	Funções de distribuição de probabilidades (fdp), exponencial (Exponl), gamma, Weibull, lognormal (Lnormal) e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	91
TABELA 35	Funções de distribuição de probabilidades (fdp) Weibull, gamma, lognormal (Lnormal) e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	92

TABELA 36 Funções de distribuição de probabilidades (fdp), gamma, Weibull, lognormal (Lnormal) e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	93
TABELA 37 Funções de distribuição de probabilidades (fdp), gamma, Weibull, lognormal (Lnormal) e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	94
TABELA 38 Estimativa da lâmina máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e cada época de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	96
TABELA 39 Estimativa da lâmina máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro manejos de irrigação (M) e cada época de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	97
TABELA 40 Estimativa do número de irrigações por ciclo necessárias à cultura do milho, grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e em 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	99
TABELA 41 Estimativa do número de irrigações por ciclo necessárias à cultura do milho, grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e em 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	100

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 Localização da área de abrangência do estudo, na região central do Rio Grande do Sul46
- FIGURA 2 Municípios da região central do Rio Grande do Sul, com destaque (em tom mais claro) da área de abrangência da Estação Meteorológica de Santa Maria considerada no estudo das necessidades de irrigação mais prováveis48
- FIGURA 3 Variação dos valores de CADn, em função do aprofundamento radicular ao longo do ciclo para o grupo de maturação super-precoce, determinado pela soma térmica ($^{\circ}\text{C}$ dia), simulados para os diferentes solos da região central do Rio Grande do Sul56
- FIGURA 4 Duração média dos subperíodos do ciclo de milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce em função das épocas de semeadura, simuladas durante os anos de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009...61
- FIGURA 5 Duração média do ciclo total do milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce em função das épocas de semeadura, simuladas durante os anos de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009...66

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

γ - constante psicrométrica;

Δ - tangente à curva de saturação de vapor do ar;

40%ST – 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento;

8º DISME – oitavo distrito de meteorologia;

AD – água disponível no solo;

b_0 – coeficiente linear para a equação de Ångström-Prescott;

b_1 - coeficiente angular para a equação de Ångström-Prescott;

CAD – capacidade de armazenamento de água disponível;

CAD_f – valor final da CAD utilizado na simulação;

CAD_{in} – valor inicial da CAD utilizado na simulação;

CAD_n - valor da CAD calculado para o dia n ;

CC – umidade do solo na capacidade de campo;

CN – curva número;

d – déficit de saturação de vapor do ar;

E – momento da emergência;

e – pressão parcial de vapor;

EMPSM – Estação Meteorológica Principal de Santa Maria;

ES – épocas de semeadura;

e_s – pressão de saturação de vapor;

ET_c – evapotranspiração máxima da cultura;

ET_m - evapotranspiração máxima da cultura;

ET_o – evapotranspiração de referência;

ETP – evapotranspiração;

EvP – evaporação medida no evaporímetro de Piche;

F – forma do crescimento do sistema radicular;

Fdp – função densidade de probabilidades;

GL – grão leitoso;

H0 – hipótese nula;

i – nível de manejo da irrigação;

Kc – coeficiente de cultura;

Ko↓ - densidade de fluxo da radiação solar global incidente no topo da atmosfera;

L – calor latente de evaporação da água;

L* - balanço de radiação de ondas longas;

M – manejo de irrigação;

MF – maturação fisiológica;

N – comprimento do dia;

n – insolação diária;

p – fração de água disponível;

P – pendoamento;

Preci – precipitação pluviométrica;

Pe – precipitação efetiva;

Pi – perdas iniciais por interceptação e enchimento da rugosidade do solo;

PMP – ponto de murcha permanente;

Pr - perdas por escoamento superficial

Q* - saldo de radiação;

r – refletividade do gramado;

Rg - densidade de fluxo da radiação global incidente;

S – momento da semeadura;

s – parâmetro de retenção;

ST – soma térmica;

T_{15} – temperatura do ar determinada às 15 horas do dia;

T_{21} - temperatura do ar determinada às 21 horas do dia;

T_9 - temperatura do ar determinada às 9 horas do dia;

T_b – Temperatura base;

T_m – temperatura média do ar;

$T_{m\acute{a}x}$ – temperatura máxima do ar;

T_{maxc} – Temperatura máxima do cultivo;

T_{min} – temperatura mínima do ar;

T_{minc} – Temperatura mínima do cultivo;

U_2 - velocidade do vento medida 2m acima do solo;

UR_{15} – umidade relativa do ar determinada às 15 horas do dia;

UR_{21} - umidade relativa do ar determinada às 21 horas do dia;

UR_9 - umidade relativa do ar determinada às 9 horas do dia;

UR_m - umidade relativa média do ar;

UTD – unidades térmicas diárias;

ϵ – emissividade do gramado (0,95);

σ – constante de Stefan-Boltzmann;

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A	Análise de variância da duração do ciclo total e dos subperíodos de desenvolvimento em função das épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação normal de milho, para os municípios da região central do RS.....	116
APÊNDICE B	Análise de variância da duração do ciclo total e dos subperíodos de desenvolvimento em função das épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação precoce de milho, para os municípios da região central do RS.....	117
APÊNDICE C	Análise de variância da duração do ciclo total e dos subperíodos de desenvolvimento em função das épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação superprecoce de milho, para os municípios da região central do RS.....	118
APÊNDICE D	Análise de variância da lâmina de irrigação por ciclo de desenvolvimento para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho em função do tipo de solo, do manejo de irrigação, das épocas de semeadura (ES) e suas interações, para os municípios da região central do RS.....	119
APÊNDICE E	Análise de variância do número de irrigações para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho em função do tipo de solo, do manejo de irrigação, das épocas de semeadura (ES) e suas interações, para os municípios da região central do RS.....	120
APÊNDICE F	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), exponencial (Exponl), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	121

APÊNDICE G Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) , Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 122

APÊNDICE H Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), exponencial (Exponl), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para o solo Santa Maria, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 123

APÊNDICE I Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), exponencial (Exponl), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para o solo Vacacaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 124

APÊNDICE J Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), exponencial (Exponl), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 125

APÊNDICE L Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) , Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 126

APÊNDICE M Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) , Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 127

APÊNDICE N Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para o solo Santa Maria, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 128

APÊNDICE O Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 129

APÊNDICE P Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para o solo Vacacaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 130

APÊNDICE Q Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 131

APÊNDICE R Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 132

APÊNDICE S	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	133
APÊNDICE T	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para o solo Santa Maria, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	134
APÊNDICE U	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	135
APÊNDICE V	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para o solo Vacacaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	136
APÊNDICE W	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Alto das Canas e Cambai, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	137
APÊNDICE X	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	138

APÊNDICE Y	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para o solo Santa Maria, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	139
APÊNDICE Z	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) e Weibull e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	140
APÊNDICE AA	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	141
APÊNDICE AB	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	142
APÊNDICE AC	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	143
APÊNDICE AD	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para o solo Santa Maria, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	144

APÊNDICE AE	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	145
APÊNDICE AF	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para o solo Vacacaí, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	146
APÊNDICE AG	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	147
APÊNDICE AH	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	148
APÊNDICE AI	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	149
APÊNDICE AJ	Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para o solo Santa Maria, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	150

APÊNDICE AK Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito os diferentes manejos (M) de irrigação e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 151

APÊNDICE AL Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) e Weibull e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para o solo Vacacaí, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 152

APÊNDICE AM Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Alto das Canas e Cambai, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 153

APÊNDICE AN Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 154

APÊNDICE AO Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro manejos de irrigação(M) e 14 épocas de semeadura(ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 155

APÊNDICE AP Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro manejos de irrigação(M) e 14 épocas de semeadura(ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 156

APÊNDICE AQ Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Alto das Canas e Cambai, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 157

APÊNDICE AR Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 158

APÊNDICE AS Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 159

APÊNDICE AT Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro manejos de irrigação(M) e 14 épocas de semeadura(ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 160

APÊNDICE AU Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 161

APÊNDICE AV Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro diferentes níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009. 162

APÊNDICE AX	Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Alto das Canas e Cambai, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	163
APÊNDICE AY	Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	164
APÊNDICE AW	Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	165
APÊNDICE AZ	Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	166
APÊNDICE BA	Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	167
APÊNDICE BB	Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.	168

APÊNDICE BC	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Alto das Canas e Cambaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	169
APÊNDICE BD	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	170
APÊNDICE BE	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	171
APÊNDICE BF	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro diferentes níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	172
APÊNDICE BG	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Alto das Canas e Cambaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	173
APÊNDICE BH	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro níveis diferentes de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	174
APÊNDICE BI	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	175

APÊNDICE BJ	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	176
APÊNDICE BK	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	177
APÊNDICE BL	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	178
APÊNDICE BM	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Alto das Canas e Cambaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	179
APÊNDICE BN	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro diferentes níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	180
APÊNDICE BO	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.....	181
APÊNDICE BP	Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009	182

APÊNDICE BQ Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009..... 183

APÊNDICE BR Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009 184

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	Descrição das principais características dos solos estudados, conforme Cardoso (2005)	185
ANEXO B	Descrição das principais funções de densidade de probabilidade, conforme Silva (2008)	191

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	31
2. REVISÃO DA LITERATURA	35
2.1. Temperatura do ar e ciclo de desenvolvimento do milho.....	35
2.2. Consumo de água e necessidade de irrigação.....	37
2.3. Precipitação	39
2.4. Irrigação	41
2.5. Funções de distribuição em agrometeorologia.....	43
3. MATERIAL E MÉTODOS	46
3.1. Descrição do local de estudo.....	46
3.2. Variáveis meteorológicas e determinação do manejo de irrigação.....	48
3.3. Parâmetros da cultura.....	53
3.3.1. Duração dos subperíodos	53
3.3.2. Épocas de semeadura (ES)	54
3.3.3. Evapotranspiração máxima (ET _m)	54
3.4. Capacidade de água disponível para os diferentes solos	55
3.5. Análise estatística	58
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1. Duração dos subperíodos e do ciclo do milho.....	60
4.2. Lâmina de irrigação e número de dias com irrigação.....	76
4.3. Lâmina e número de irrigações: Análise de distribuição	90
5. CONCLUSÕES.....	101
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
7. APÊNDICES	116
8. ANEXOS	185

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma monocotiledônea pertencente à família das poáceas. O milho representa uma das principais culturas da agricultura brasileira, não somente no aspecto quantitativo, como também no que diz respeito à sua importância estratégica por ser a base da alimentação animal e, conseqüentemente, humana. Devido a sua grande diversidade de aplicações, tanto na alimentação humana quanto na alimentação animal, a cultura do milho apresenta relevante importância social e econômica. Além da geração de empregos no setor primário, o milho é matéria-prima indispensável para impulsionar diversos complexos agroindustriais (FANCELLI; DOURADO, 2000).

O milho é o segundo cereal em importância no mundo, após o trigo e seguido pelo arroz (FAO, 2009). O Estado do Rio Grande do Sul é o terceiro maior produtor de milho do Brasil, com 5.479.000 toneladas (9,3% da produção brasileira). A produtividade média no Estado é de 3.939 kg ha⁻¹ (CONAB, 2008), para uma área plantada de 1.391.000 ha (CONAB, 2008). Essa produção é baixa por muitos fatores que afetam o crescimento e o rendimento de milho no Estado, como fertilidade do solo, época de semeadura, pragas, moléstias, plantas daninhas, entre outros. No entanto, a baixa disponibilidade hídrica é o fator que provoca maiores reduções de rendimento à cultura (MATZENAUER et al., 1998a).

A produção de milho no Rio Grande do Sul, na maioria dos anos, é insuficiente para atender à demanda estadual. Essa situação agrava-se quando ocorrem frustrações de safras. Os baixos valores e a distribuição irregular da precipitação pluvial, como verificados nos anos agrícolas de 1978/1979, 1979/1980, 1981/1982, 1985/1986, 1987/1988, 1990/1991, 1995/1996, 1998/1999, 1999/2000, 2001/2002, 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006 foram as causas do baixo rendimento das culturas de primavera-verão (MATZENAUER et al., 1998a, 1998b; BERLATO; FONTANA, 1999; EMATER, 2009).

Para a cultura do milho, as primeiras respostas morfológicas apresentadas em função da deficiência hídrica no solo consistem na redução da área foliar, seguida do fechamento dos estômatos, aceleração da

senescência, enrolamento e abscisão de folhas (TAIZ; ZEIGER, 2004; BIANCHI et al. 2007). Quando o déficit hídrico ocorre durante o pendoamento que é o período crítico da cultura, a produtividade de grãos é afetada, reduzindo, principalmente, o número de grãos por espiga (BERGONCI et al., 2001). Nessas condições, o uso da irrigação torna-se fundamental, pois é no período crítico que ocorrem os maiores efeitos negativos do déficit hídrico e também a maior eficiência do uso da irrigação, tanto na produção de matéria seca quanto na produtividade de grãos. No Estado do Rio Grande do Sul, esta tendência foi verificada nos anos de 1993/1994 e 1996/1997, quando ocorreu déficit hídrico durante o período crítico da cultura do milho (BERGONCI; BERGAMASCHI, 2002a).

A cultura do milho, assim como as demais grandes culturas de verão, possui seu ciclo de desenvolvimento nos meses de agosto a abril, período no qual, exceto em alguns anos, os danos pela deficiência hídrica são inevitáveis sem o uso da irrigação. Na média, em apenas 50% dos anos há a probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial superior ou igual a evapotranspiração, para os meses de novembro a fevereiro em Santa Maria (AVILA et al., 1996). Considerando que no período crítico o coeficiente de cultura do milho é maior do que a um (ALLEN et al., 1999; MATZENAUER et al., 2002), o número de anos em que ocorrem deficiências hídricas no período de cultivo do milho semeado em uma ou mais épocas é maior do que 50%. Além da variabilidade da distribuição da precipitação entre anos e ao longo do ano, nos meses de verão, as precipitações que ocorrem tem maior variabilidade espacial e são, freqüentemente, de maior intensidade, devido a maior instabilidade térmica da atmosfera nessa época, o que causa maiores perdas por escoamento superficial (BURIOL et al., 2006).

A variabilidade na produtividade do milho está estreitamente correlacionada com a precipitação durante o período de crescimento e desenvolvimento da cultura, principalmente durante o subperíodo após o pendoamento. A irrigação das lavouras é uma alternativa para evitar a baixa disponibilidade de água. O correto estabelecimento do momento de irrigar possibilita, em primeiro lugar, o uso racional de um recurso que, em determinadas épocas, pode tornar-se escasso, além de evitar os prejuízos causados pelo déficit hídrico.

A irrigação requer determinação do consumo de água pela cultura para que se possa maximizar o uso deste recurso, evitando os riscos de deficiência e o aumento de custos desnecessários associados ao excesso de irrigação. A irrigação é um instrumento do manejo agrícola que integra um conjunto de atividades que tem por objetivo o aumento e a estabilidade interanual da produção, buscando as condições ideais para o crescimento e desenvolvimento da planta. A função da irrigação é propiciar à cultura um suprimento regular de água, de maneira que as demais operações agrícolas, como fertilização, mecanização, controle de pragas e doenças, possam atingir seus máximos benefícios, ou seja, maior produtividade e maiores lucros.

Nas áreas não irrigadas, a disponibilidade de água está relacionada à ocorrência, frequência e quantidade de chuva, enquanto que, para as áreas irrigadas, o êxito está relacionado com o correto manejo da irrigação. Nos dois casos é importante conhecer as probabilidades de ocorrência de diferentes níveis de disponibilidades hídricas críticas, para alcançar a máxima produtividade e o máximo retorno econômico.

A análise de risco de ocorrência dos fatores que causam estresse nas culturas agrícolas, utilizando um intervalo curto de dados como de um dia, permite identificar níveis críticos que não seriam verificados através de determinações em intervalos de tempo mais longos, como por exemplo, em períodos decendiais ou mensais.

A determinação da lâmina de irrigação e do turno de rega para cada local é essencial para o processo de tomada de decisões relacionadas ao cálculo, dimensionamento de projetos de irrigação, estruturas de captação e armazenamento de água, determinação de custos e viabilidade técnica e econômica da irrigação, bem como no planejamento das demais atividades do setor agropecuário.

Estudos com a determinação dos valores de lâmina de água e turno de rega, essenciais na elaboração de um projeto de irrigação, são escassos e incompletos para a região central do Rio Grande do Sul, sendo, portanto, essa determinação é importante para o adequado planejamento de sistemas de irrigação na região.

A análise de dados de produtividade potencial da cultura, juntamente com dados de custo de produção e preços, é crucial na tomada de decisão de

irrigar ou não. Nesse sentido, a utilização de modelos computacionais que integram a simulação do crescimento e da produtividade da cultura com aspectos econômicos constitui-se uma poderosa ferramenta de auxílio à decisão (FRIZZONE et al., 2005).

No manejo da irrigação, a quantidade de água e o número de irrigações dependem da variabilidade espacial e temporal dos elementos meteorológicos, bem como do tipo de solo e das condições de cultivo. Portanto, são necessários estudos detalhados para determinar os valores de lâmina de água, número de irrigações necessárias e respectivas probabilidades, essenciais na elaboração de projetos de irrigação e análise da viabilidade econômica de implantação dos sistemas de irrigação.

A disponibilidade de uma série histórica de dados meteorológicos, para estimar a provável lâmina de água e o provável número de irrigações para qualquer época de semeadura, podem ser estimados com a aplicação de técnicas da modelagem do desenvolvimento e crescimento das culturas sob diferentes condições meteorológicas locais e para os solos de uma região. O ajuste de funções matemáticas para o cálculo de probabilidade será tanto melhor, quanto mais longa e com menor número de falhas for a série histórica de dados meteorológicos disponível.

Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar os valores prováveis de duração dos subperíodos do ciclo, de lâmina de irrigação e do número de irrigações necessários para o milho semeado em diferentes épocas, considerando-se a capacidade de armazenamento de água disponível dos principais solos da região Central do Rio Grande do Sul e sua variação com o desenvolvimento simulado das plantas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Temperatura e ciclo de desenvolvimento do milho

A temperatura do ar afeta os processos do crescimento e do desenvolvimento da cultura do milho. As regiões onde a temperatura média diária é inferior a 19 °C e com temperaturas mínimas noturnas abaixo de 13 °C não são recomendadas para a cultura do milho (ANDRADE, 1992).

A interferência da temperatura do ar sobre a cultura do milho ocorre ainda na germinação. Nesse processo que resulta no crescimento da plântula, as sementes absorvem água e iniciam o processo metabólico. Com a umidade do solo adequada e a temperatura do ar entre 25 e 30 °C (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000), a emergência ocorre em quatro a cinco dias, porém, em condições de baixa temperatura e pouca umidade, pode demorar até duas semanas (SANS et al., 2008). Temperaturas médias do ar inferiores a 14 °C no momento da semeadura podem causar atraso na emergência (MAGALHÃES; DURÃES, 2002). Sob temperaturas do solo próximas de 10 °C ou superiores a 40 °C, a germinação pode ser prejudicada ou não ocorrer (SANS et al., 2008).

O crescimento de plântulas de milho apresentou um maior desenvolvimento do sistema radicular em relação à parte aérea no período de 4 e 8 dias após a semeadura, na temperatura de 25 °C (JACOB JÚNIOR, 2005). Em trabalho de Savage et al. (2004), foi verificado que as condições de umidade do solo interferem na germinação e emergência das plantas. Com temperaturas diurnas de 30, 35 e 40 °C e temperaturas noturnas de 20, 28 e 28 °C, respectivamente, verificou-se que o aumento da temperatura diurna diminuiu a germinação, diminuiu o tamanho da parte aérea e aumentou o tamanho das raízes das plântulas. Este é um processo que deve ser considerado, pois a hipoxia provoca maiores danos à germinação do que ambientes com baixo teor de umidade (CHERN; SUNG, 1991; SAVAGE et al., 2004).

Quando o meristema apical está abaixo da superfície do solo, a temperatura do solo é quem governa o desenvolvimento do milho (STONE et

al., 1999), mas quando acima da superfície, a temperatura do ar é quem determina a duração dos subperíodos de desenvolvimento em genótipos considerados insensíveis ao fotoperíodo (LOZADA et al., 1999).

As temperaturas ótimas para crescimento do milho estão entre 25 e 30°C, e as mínimas, entre 6 e 8°C (FANCELLI, 2001). O rendimento da cultura pode ser reduzido caso ocorram valores de temperatura acima de 35°C durante o período de formação do grão. Temperaturas elevadas implicam em aumento na taxa de crescimento e diminuição na duração do período de enchimento dos grãos (DIDONET et al., 2001). Lafitte et al. (1997) verificaram que a temperatura tem grande influência em muitos processos fisiológicos no milho, como respiração e translocação de carboidratos e nos processos diretamente relacionados ao desenvolvimento da planta de milho.

A determinação do efeito da temperatura do ar sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas pode ser feito com o método da soma térmica (JEFFERIES; MACKERRON, 1987). O método da soma térmica é simples e determina adequadamente o tempo fisiológico de uma cultura comparado com os dias após a semeadura utilizando o calendário civil (STRECK, 2002). A soma térmica também é conhecida como, unidades térmicas diárias (UTD) ou graus-dia (GD). A utilização da UTD permite escalonar a produção das culturas, sendo também considerada em programas de melhoramento (PRELA; RIBEIRO, 2002). Alguns trabalhos mostraram a importância da utilização de UTD no milho para prever eventos fenológicos (RITCHIE; NESMITH, 1991; STEWART et al., 1998; SCHONS, 2006), bem como para o zoneamento agroclimático das culturas (MALUF et al., 2000), uma vez que as exigências em UTD dos genótipos de milho independem da época e local de cultivo da planta.

Para Rezende et al. (2004), a duração do ciclo em dias dos genótipos de milho variam conforme a temperatura. Quando as temperaturas médias durante o período de crescimento são superiores a 20°C, o ciclo das variedades precoces de produção de grãos varia de 80 a 110 dias, e o das variedades normais, de 110 a 140 dias para atingir o subperíodo de maturidade fisiológica.

No Rio Grande do Sul, a temperatura explica cerca de 90% das variações no desenvolvimento das plantas de milho e sorgo (BERLATO; MATZENAUER, 1986). As temperaturas cardinais mínima e máxima, freqüentemente encontradas em estudos para a cultura do milho são 10 e

30 °C, respectivamente, para todo o ciclo da cultura (GILMORE; ROGERS, 1958; RUSSELE et al., 1984; BERLATO; MATZENAUER, 1986; LOZADA et al., 1999; FANCELLI; DOURADO NETO, 2000; NIED et al., 2005; SCHONS et al., 2006).

Os genótipos de milho são classificados conforme a necessidade térmica em grupos de maturação superprecoce, precoce e normal ou tardio (EMBRAPA, 1996). O grupo de maturação superprecoce necessita acúmulo térmico menor que 830 UTD da emergência até 50% do pendoamento, de 830 UTD até 880 UTD são precoces e superiores a 880 UTD são considerados normais ou tardios (EMBRAPA, 1996).

2.2. Consumo de água e necessidade de irrigação

A cultura do milho no Rio Grande do Sul tem o seu crescimento e desenvolvimento nos meses de agosto a abril. Neste período os danos causados pela deficiência hídrica são freqüentes. Outras culturas de verão também sofrem deficiência como é o caso da soja em que as perdas do potencial de rendimento relativo da cultura chegaram até 55% em 80% dos anos no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul (CUNHA et al., 1998).

O milho tolera um pequeno déficit hídrico durante o subperíodo vegetativo. No entanto, apresenta extrema sensibilidade se o mesmo ocorrer no período crítico da cultura que ocorre desde a emissão da inflorescência masculina (pendoamento) até o início do enchimento de grãos (KASELE et al., 1994; MATZENAUER et al., 1995; BERGONCI et al., 2001; BERGAMASCHI et al., 2004) gerando decréscimo no rendimento. Bergamaschi et al. (2004) concluíram que, independentemente da condição meteorológica da região de implantação da cultura, a produtividade de grãos de milho é decorrente das condições hídricas durante o período crítico. As irrigações durante o período crítico permitem elevada produtividade de grãos de milho, mesmo que a umidade do solo seja mantida abaixo da capacidade de campo Bergamaschi et al. (2004). Nied et al. (2005) sugerem que a quantidade de água disponível nos solos para a planta depende da sua capacidade exploratória e da

capacidade de armazenamento de água do solo e da magnitude do sistema radicular da planta

O déficit hídrico no período crítico do milho causou uma redução de 80% na produtividade de grãos em relação ao tratamento irrigado (BERGAMASCHI et al., 2004). O déficit hídrico nesse momento do ciclo causa a queda na produtividade devido a diminuição do número de grãos por espiga, porque este componente é definido no período crítico da cultura.

O índice de área folhar (IAF), altura de plantas e rendimento de grãos, são menores em plantas submetidas ao déficit hídrico terminal, quando este consiste na ausência do suprimento hídrico a partir dos 27 dias após a emergência ou sete folhas expandidas (ZIMMERMANN, 2001). A planta de milho, quando submetida ao déficit hídrico, possui a capacidade de “enrolar” suas folhas como medida de defesa contra a radiação e a transpiração, possibilitando temperaturas até 2°C menores no interior das folhas enroladas em relação ao ambiente (VIEIRA JUNIOR et al., 2004).

A cultura do milho é uma das mais exigentes em disponibilidade hídrica. Caseiro et al. (1997) encontraram, numa época de semeadura em um ano, valores de evapotranspiração do cultivo do milho de 5,17, 7,17 e 668,19 mm médio e máximo diário e acumulado, respectivamente. Segundo Matzenauer et al. (1998a), a evapotranspiração da cultura do milho na Depressão Central do Rio Grande do Sul, em três épocas de semeadura, teve valores médios durante o ciclo da cultura que variaram de 4,0 a 4,6 mm dia⁻¹. O maior consumo médio diário foi de 6,6 mm dia⁻¹ durante o subperíodo compreendido entre o pendoamento e a maturação leitosa. O consumo total de água durante o ciclo da cultura (semeadura-maturação fisiológica) variou de 541 a 570 mm.

No Rio Grande do Sul, em 16 ciclos de desenvolvimento do milho e no subperíodo onde se encontra o subperíodo crítico, encontrou-se valores médios de *ETm* diária de 6,6 mm dia⁻¹, e no ciclo todo, até 4,6 mm dia⁻¹ com totais de 572 mm (MATZENAUER et al., 2002). Kang et al. (2003) obtiveram valores médios diários máximos em torno de 5,3 mm dia⁻¹ aos 75 dias após a semeadura, também verificaram que quando o coeficiente de cultura excedia a 1,0 o IAF era superior a 2,5. O maior consumo de água pela cultura de milho é verificado por ocasião do florescimento (BERGONCI et al., 2002b), uma vez que, nesse período, o IAF das plantas é máximo.

Algumas estratégias ocorrem na diminuição da deficiência hídrica. As plantas de milho apresentam táticas adaptativas sob condições de estresse de água, diminuindo índice de área foliar e aumentando o sistema radicular (PANDEY et al., 2000). Desta forma, diminui a relação parte aérea/raiz e aumenta a eficiência no uso da água segundo Pandey et al. (2000).

O zoneamento agroclimático é uma forma de indicar quando são menores as probabilidades de ocorrerem prejuízos causados por deficiência hídrica em determinados locais e épocas de semeadura para o milho. Assim, o zoneamento agroclimático do milho no Rio Grande do Sul classifica as regiões e épocas de semeadura por região em preferencial I e II, tolerada, marginal e não recomendado (MALUF et al., 2000). A região preferencial I e II apresenta de zero a 25 mm de deficiência hídrica no florescimento, enquanto as áreas não recomendadas ao cultivo apresentam mais de 70 mm de deficiência hídrica acumulada nesse período segundo, a classificação. Com relação ao regime térmico, as regiões preferenciais I e II são as que apresentam de 800 a 700 GD até o florescimento, para semeaduras a partir de 1º de setembro e de 900 à 850 GD, para semeaduras realizadas antes dessa data. Já as regiões não recomendadas são as que apresentam menos de 650 GD para semeadura a partir de 1º de setembro e menos de 850 GD, para semeaduras anteriores a essa data, considerando 75% das plantas espigadas.

2.3. Precipitação

A variabilidade interanual e espacial no rendimento de grãos no Estado do Rio Grande do Sul devem-se principalmente à distribuição aleatória e espacial da precipitação. As condições meteorológicas e climáticas apresentam alta correlação com as variações da produção agrícola, no tempo e no espaço (MATZENAUER et al., 1995). A água no solo é o fator que, com maior frequência e intensidade, afeta o rendimento de grãos.

No Rio Grande do Sul a precipitação normal anual varia de 1.162 mm em Rio Grande, na região do Litoral Sul, a 2.164 mm em São Francisco de Paula, na região da Serra do Nordeste (MATZENAUER et al., 2002). Em Santa Maria são totalizados 1.732 mm conforme Nimer (1977), 1.769 mm (no período

de 1912-1942) conforme Moreno (1961), 1.686 mm (1961-1990) conforme o Ministério da Agricultura e do Abastecimento (1992) e 1.786 mm considerando os valores diários do período de 1968 à 2004 (CARDOSO, 2005). Considerando toda a série histórica de 1912 a 2004, analisado por Buriol et al. (2006) o valor normal é de 1.712 mm anuais.

A precipitação no Estado é bem distribuída ao longo das estações do ano, 24% no verão, 25% no outono, 25% no inverno e 26% na primavera, sendo os dois meses de menor precipitação novembro (120,1 mm) e agosto (126,8 mm) e o mês de maior precipitação normal setembro (159,8 mm). Nos meses de verão, as chuvas normais não são suficientes para suprir a necessidade dos cultivos devido a maior demanda evaporativa da atmosfera. Esse fato fica claro quando é constatado que, na média, em apenas 50% dos anos há a probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial superior ou igual a evapotranspiração de referência, para os meses de novembro a fevereiro em Santa Maria (AVILA et al., 1996).

Fontana et al. (2002) demonstraram que os maiores rendimentos obtidos pela soja e milho estão associadas a anos de El Niño e os menores rendimentos ocorreram em anos de La Niña (1995/96, 1998/99, e 1999/2000). A principal influência da precipitação na produção do milho no Estado do Rio Grande do Sul é a que vai de outubro a março, seguida da que vai de dezembro a março (BERLATO et al., 2005).

Segundo Berlato et al. (1995), não existe uma tendência nem de aumento e nem de diminuição da precipitação pluvial média em todo Estado. Ocorre grande variação deste elemento meteorológico entre os anos (BURIOL et al., 2006), mostrando que, embora haja flutuação da precipitação em curtos períodos, no longo prazo o regime pluviométrico anual do Estado não mudou significativamente. Essa flutuação da precipitação ocorre devido ao fenômeno denominado El Niño Oscilação Sul (FONTANA; ALMEIDA, 2002).

No estudo das precipitações geralmente são utilizados dados acumulados na escala mensal ou anual e dessa forma podem ocorrer incoerências. A inconsistência dessas informações está no fato de que a análise das precipitações engloba somente o total de precipitação e não a precipitação efetiva (FONTANA; ALMEIDA, 2002). Outro problema com os dados mensais é que eles em geral não demonstram deficiências hídricas

quando estes ocorrem em uma parte do período mensal (NIED et al., 2005; SILVA et al., 2005; LEIVAS et al., 2006). Nos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) quando a demanda atmosférica é elevada, a precipitação é irregular e de alta intensidade, resultando em grandes perdas por escoamento superficial, agravando o problema de períodos com precipitação insuficiente.

A precipitação efetiva é a diferença entre a precipitação total e as diferentes perdas como escoamento superficial, percolação além da zona radicular do solo e evaporação da água interceptada pela vegetação. No estudo da precipitação com fins de aplicação na agricultura, a utilização da precipitação efetiva é de grande relevância, visto que esta é realmente aquela que constitui a água disponível do solo. A precipitação efetiva é um dos elementos básicos a ser considerado na equação do balanço hídrico para determinar os requerimentos de irrigação das culturas. É utilizada no planejamento da irrigação, no uso eficiente dos recursos hídricos e no dimensionamento das obras e dos sistemas de irrigação (ROMERO; GRANÃ, 1999). No manejo correto da irrigação, a água a ser aplicada à cultura deve ser a diferença entre a demanda determinada pela evapotranspiração e a precipitação efetiva (SILVA et al., 1994). A quantificação é de grande utilidade nas irrigações suplementares, diminuindo os custos com a irrigação (SAMPAIO et al., 2000).

2.4. Irrigação

No Brasil as áreas que podem ser utilizadas com irrigação estão estimadas em 14,6 milhões de hectares em terras altas e de 14,9 milhões de hectares em várzeas, totalizando 29,5 milhões de hectares (CHRISTOFIDIS, 1999). Em 2003 apenas 3,4 milhões de hectares encontravam-se sob irrigação. A região Sul apresenta 35% da área irrigada do Brasil e nas regiões Sudeste e Nordeste ela abrange 30% e 24%, respectivamente (LOIOLA; DOUZA, 2001). O método de irrigação por superfície predomina em 57% das áreas do Brasil, a irrigação por aspersão perfaz 37% e a localizada 6,3% (CHRISTOFIDIS, 1999).

A irrigação por aspersão com pivô central é de 257 mil ha no Estado de São Paulo, seguido por Goiás com 145 mil ha, Minas Gerais 89 mil ha, Bahia com 84 mil ha, Mato Grosso do Sul com 38 mil ha e o Rio Grande do Sul com 35 mil ha (CHRISTOFIDIS, 2008).

A frequência de irrigações que uma cultura necessita e a quantidade de água aplicada em cada irrigação dependem da capacidade de armazenamento de água do solo, da cultura, estágio de desenvolvimento das plantas, época do ano e condições meteorológicas. Também a escolha do momento da irrigação segundo Heinemann et al. (2000), requer a consideração de vários fatores que fazem parte do processo produtivo, tais como: clima, espécie e estágio de desenvolvimento da cultura e capacidade de armazenamento de água no solo.

A contabilização dos valores de graus-dia numa seqüência de anos, para determinadas culturas, possibilita o planejamento adequado da atividade agrícola na agricultura irrigada e não irrigada. Nied (2003) utilizou essa técnica em nível diário para verificar as épocas de semeadura do milho com menor e maior risco de ocorrência de deficiência hídrica em Santa Maria. Na irrigação, as UTD são importantes para o escalonamento da produção e a otimização do sistema de irrigação, bem como para prever quando ocorrerá o subperíodo mais crítico da cultura.

No período crítico da cultura, o déficit hídrico afeta a produtividade de grãos, reduzindo, principalmente, o número de grãos por espiga (BERGONCI et al., 2001). Nessa condição, o uso da irrigação torna-se fundamental, pois é no período crítico que ocorrem os maiores efeitos do déficit hídrico e a maior eficiência do uso da irrigação, tanto na produção de matéria seca quanto na produtividade de grãos.

No Estado do Rio Grande do Sul, esta tendência foi verificada nos anos agrícolas de 1993/1994 e 1996/1997, quando ocorreu déficit hídrico durante o período crítico da cultura do milho (BERGONCI; BERGAMASCHI, 2002a). Segundo Matzenauer et al. (2002) e Bergamaschi et al. (2004), o adequado suprimento hídrico, próximo ao pendoamento-espigamento do milho, é suficiente para que sejam obtidos rendimentos elevados. A aplicação de lâminas de irrigação para manter o solo, com 80% da capacidade de campo, aumenta a eficiência do uso da água em relação a capacidade de campo e a diferença é inexpressiva no rendimento de grãos (BERGONCI et al., 2001).

Para aumentar a eficiência da água de cultivo Ighadun et al. (2008) obtiveram a máxima eficiência da água de cultivo com irrigação abaixo da recomendada para a capacidade de campo e a máxima eficiência no uso da água foi obtida com déficit de irrigação no estágio vegetativo. Esses autores ainda citam que para melhorar a eficiência no uso da água pode-se diminuir a irrigação nos períodos vegetativo e de colheita, caso o volume de água seja insuficiente para todo o período de cultivo.

A utilização de intervalos fixos entre irrigações é comumente utilizado pelos agricultores, porém não é o mais adequado, pois a reposição de água deve ser relacionada ao valor da evapotranspiração ocorrida. Segundo Kang et al. (1998), o turno de rega variável é melhor que o fixo, devido a melhor distribuição das raízes e aumento da produção de biomassa no que resulta uma maior eficiência do uso da água.

2.5. Funções de distribuição de probabilidade em agrometeorologia

O primeiro passo antes de utilizar dados para tratamento estatístico é a identificação de erros nas séries (BERTONI; TUCCI, 2004). De maneira geral em uma estação meteorológica pode ocorrer períodos sem informação ou com falhas nas observações devido a problemas nos aparelhos ou erro humano. Somente após os erros e falhas serem tratados adequadamente a análise estatística poderá ser feita e considerada correta. Em análises de probabilidade a não consideração das falhas poderá inclusive levar à escolha de funções que com dados completos, não seriam adequados.

Recentemente foram realizados vários trabalhos utilizando as distribuições de probabilidade, para analisar a distribuição de disponibilidade hídrica. De maneira geral a distribuição de probabilidade é uma extrapolação matemática da distribuição de frequências. Para se passar de uma distribuição de frequências para uma distribuição de probabilidades geralmente se recorre a ajustes de modelos teóricos de probabilidade ao conjunto de dados observados (LANNA, 2004). A distribuição de probabilidades pode ser representada por uma função de densidade de probabilidade (fdp), que quando integrada em um dado intervalo determina a probabilidade de um evento

ocorrer nesse intervalo, e na forma da função cumulativa de probabilidades, ou função de probabilidades acumulada, cuja ordenada expressa a probabilidade de um evento não exceder um determinado valor.

As fdps para variáveis aleatórias podem ser utilizadas para dados discretos e contínuos. As funções de distribuição discretas principais são Bernoulli, binomial, binomial negativa, hipergeométrica, geométrica e Poisson. As principais funções de distribuição contínuas são uniforme, normal, lognormal, gama, valores extremos ou Gumbel, Weibull, exponencial, beta, qui-quadrado, t de Student, F de Snedecor, entre outras (CARGNELUTTI FILHO et al., 2004).

Para Catalunha et al. (2002) a utilização das funções de densidade de probabilidade está diretamente ligada à natureza dos dados a que se relacionam. Conforme o tipo e tamanhos amostrais alguns tipos de distribuição possuem melhor estimativa para pequenas amostras e outras para grandes amostras. O número de parâmetros da equação faz com que as formas assumidas pelas distribuições sejam as mais variadas, e desta forma algumas se enquadram em um maior número de situações.

O uso das fdps para estudar a distribuição de dados envolvendo elementos meteorológicos, foram utilizadas para a precipitação pluvial (CASTRO, 1996; ÁVILA et al., 1996; RIBEIRO; LUNARDI, 1997; WILKS, 1999; BOTELHO; MORAIS, 1999; CATALUNHA et al., 2002; BEIJO et al., 2003; CASTELLVÍ et al., 2004; DOURADO NETO et al., 2005; SILVA et al., 2007; PALYNCHUK; GUO, 2008), para a temperatura do ar (HOFFMANN et al., 1994; ESTEFANEL et al., 1994; BURIOL et al., 1998; MOTA et al., 1999; BURIOL et al., 2000a; ASSIS et al., 2004) e para radiação solar (ASSIS et al., 2004; BURIOL et al., 2000b e 2001; CARGNELUTTI FILHO et al., 2004). Os eventos meteorológicos também foram estudados utilizando as fdps. Exemplos são os trabalhos para geada (SILVA; SENTELHAS, 2001) e granizo (BERLATO et al., 2000). Outras variáveis também foram avaliadas pelas fdps, tais como a evapotranspiração de referência (MARQUES et al., 1995; SOUSA; FRIZZONE, 1997) e deficiência hídrica no solo (CARDOSO, 2005; SILVA, 2005).

A utilização de uma distribuição reside na capacidade da mesma estimar os dados observados, com base em seus parâmetros. A capacidade é verificada com a aplicação de testes de aderência (ALMEIDA, 1995).

As comparações entre as probabilidades empíricas de uma variável com as probabilidades teóricas estimadas pela fdp, em teste, podem ser verificadas pelos testes de aderência não-paramétricos, como o de qui-quadrado, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors (CAMPOS, 1983). A hipótese é que quando se ajusta uma distribuição de probabilidade a um conjunto de dados, esta pode representar adequadamente aquele conjunto de informações (CATALUNHA et al., 2002). Esses testes verificam se valores amostrais podem ser razoavelmente considerados como provenientes de uma população com a distribuição teórica. A diferença entre os testes está no seu poder de rejeitar a hipótese nula (H_0) quando essa for realmente falsa ($1 - \beta$).

O teste de Kolmogorov-Smirnov segundo Catalunha et al. (2002) pode ser usado tanto para dados agrupados quanto para dados individuais, sendo que para os dados agrupados não há restrição quanto ao número nem ao valor das classes, o que evita o aspecto cumulativo dos erros. Os referidos autores também ressaltam que o teste de qui-quadrado é normalmente mais eficaz que o teste de Kolmogorov-Smirnov, e esse é menos eficaz que o teste de Lilliefors que possui uma limitação que é a especificidade do teste para verificar a aderência dos dados à distribuição normal (CAMPOS, 1983). A limitação do teste de qui-quadrado se refere à frequência que uma classe não pode ser inferior a cinco e os dados são agrupados em classes perdendo informações.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição do Local de Estudo

A área utilizada possui aproximadamente 8000 km², situando-se entre as coordenadas de 29°23'15"S e 30°22'17"S, 54°32'07"W e 53°05'20" W, sendo esta a área de abrangência da Estação Meteorológica Principal de Santa Maria (EMPSM), (Figura 1).

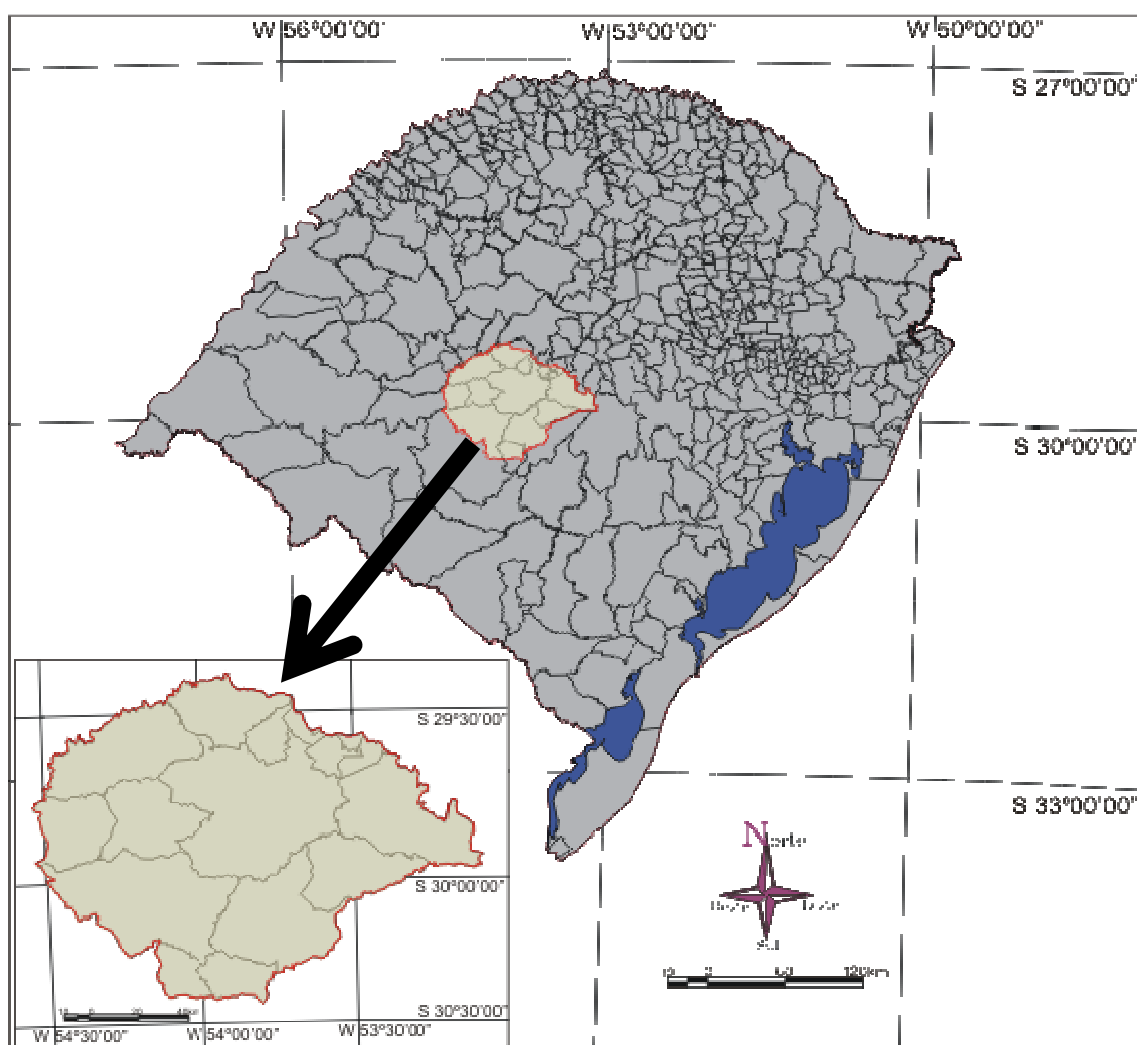


Figura 1 - Localização da área de abrangência do estudo, na região central do Rio Grande do Sul.

FONTE: Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Rio Grande do Sul (Secretaria da Agricultura e Abastecimento 1994, extraído de CARDOSO, 2005).

A maior parte da área de abrangência desse trabalho situa-se na meso-região fisiográfica denominada de Depressão Central do RS. O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes (MORENO, 1961), conforme classificação de Köppen (1931). As temperaturas médias do ar variam entre 14,1°C no mês de julho a 24,8°C em janeiro e os valores normais de precipitação tem distribuição uniforme no ano (MORENO, 1961).

A região é delimitada pelo Planalto Arenito-basáltico, pela Campanha, pela Serra do Sudeste e Planície Litorânea, regiões com diferentes características quanto ao relevo e altitude. Essa região possui vários tipos de solos, em virtude da diversidade de materiais de origem. Os três tipos de solos que predominam na região são os Argissolos das unidades de mapeamento Alto das Canas, Júlio de Castilhos, Oásis, São Pedro e Santa Maria (BRASIL, 1973; STRECK et al., 2008), seguido dos Planossolos (Vacacaí e São Gabriel), e demais solos (Neossolo, Chernossolo, Luvisolo e Latossolo), ocupando aproximadamente 51%, 34%, e 15% da área, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 – Área ocupada pelas diferentes unidades de mapeamento e respectivas classes dos solos na região de estudo de Santa Maria e municípios vizinhos. Santa Maria, RS, 2009.

Unidades de Mapeamento	Área (ha)	Área (%)	Classificação
Santa Maria	145356	18,10	Argissolo Amarelo Alítico típico
São Pedro	203047	25,28	Argissolo Vermelho Distrófico arênico
Júlio de Castilhos	22827	2,84	Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico úmbrico
Oásis	3158	0,39	Argissolo Bruno Acinzentado Alumínico típico
Alto das Canas	33012	4,11	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico úmbrico
Venda Grande	35871	4,47	Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico
Ciríaco-Charrua*	50551	6,29	Chernossolo Argilúvico Férrico típico - Neossolo Litólico Eutrófico típico
Cerrito	3764	0,47	Latossolo Vermelho Distrófico típico
Cambai	11582	1,44	Luvisolo Crômico Pálico saprolítico
Guassupi	20857	2,60	Neossolo Litólico Distró-úmbrico fragmentário
Vacacaí	210797	26,24	Planossolo Háplico Eutrófico arênico
São Gabriel	62382	7,77	Planossolo Háplico Eutrófico típico

FONTE: Cardoso (2005); *Os solos Ciríaco e Charrua ocorrem em associações por isso foram quantificados conjuntamente.

Os municípios que compõem a área de abrangência do estudo são: Dilermando de Aguiar, Formigueiro, Itaara, Santa Maria, São João do Polêsine, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, Restinga Seca, Silveira Martins, e parte dos municípios de Cacequi, Faxinal do Soturno, Ivorá, Júlio de Castilhos, Santa Margarida do Sul, São Gabriel, São Sepé e Vila Nova do Sul (Figura 2).

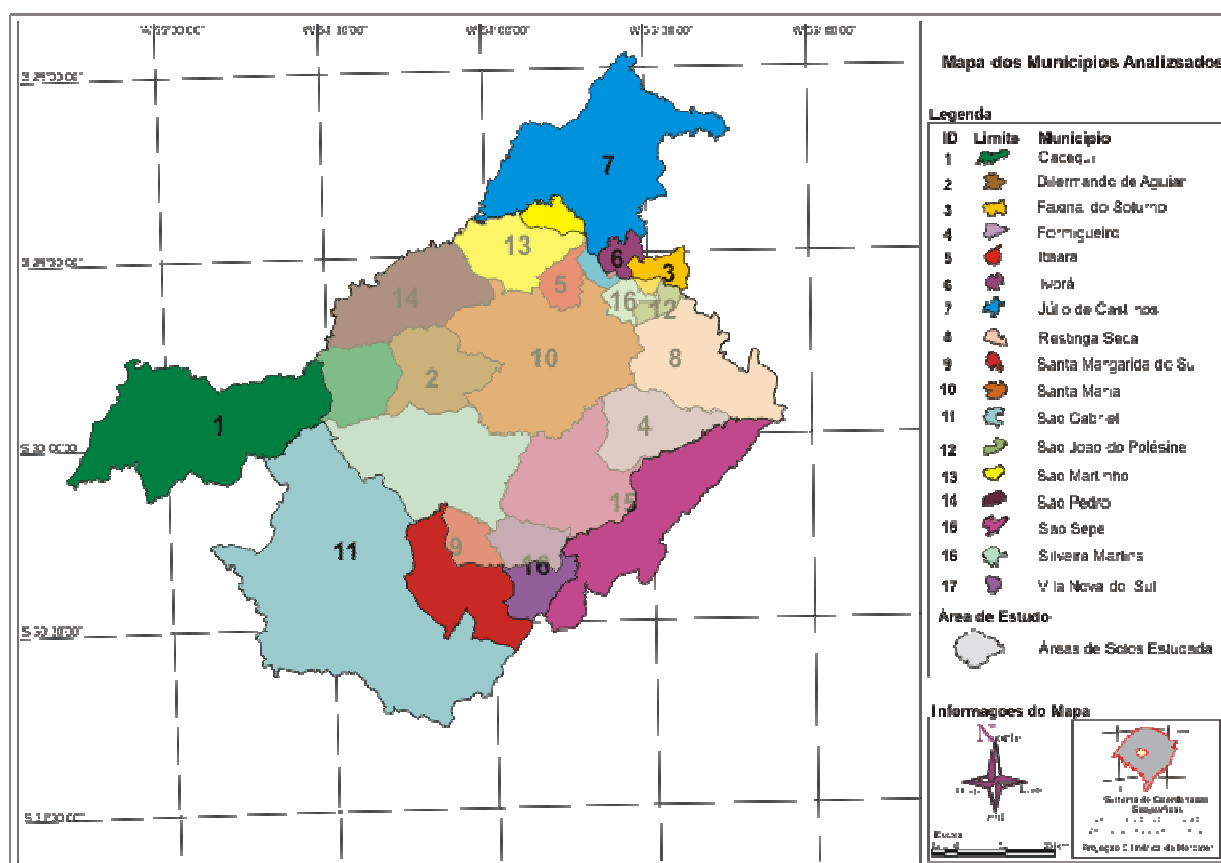


Figura 2 - Municípios da região central do Rio Grande do Sul, com destaque (em tom mais claro) da área de abrangência da Estação Meteorológica de Santa Maria considerada no estudo.

FONTE: Cardoso (2005).

3.2. Variáveis Meteorológicas e Determinação do Manejo de Irrigação

As variáveis meteorológicas diárias utilizadas compreenderam o período de agosto de 1968 até julho de 2008, totalizando 40 anos de observações. As variáveis utilizadas para a simulação do desenvolvimento da cultura e no cálculo do balanço

hídrico foram obtidas na estação meteorológica - EMPSM (Tabela 2). Os dados diários de evapotranspiração foram calculados de forma seriada através do método de Penman-Monteith (Tabela 3). A capacidade de armazenamento de água disponível do solo (CAD) considerou a função do desenvolvimento das plantas de milho e variação em função do tipo de solo sendo simulado para as diferentes épocas de semeadura.

Tabela 2 – Variáveis meteorológicas utilizadas na simulação do desenvolvimento do milho e para o cálculo do balanço hídrico diário do solo. Santa Maria, RS, 2009.

Variável	Descrição
$T_{\min}$	Temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$)
$T_{\max}$	Temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$)
T_9	Temperatura do ar medida às 9 horas ($^{\circ}\text{C}$)
T_{15}	Temperatura do ar medida às 15 horas ($^{\circ}\text{C}$)
T_{21}	Temperatura do ar medida às 21 horas ($^{\circ}\text{C}$)
UR_9	Umidade relativa do ar das 9 horas (%)
UR_{15}	Umidade relativa do ar das 15 horas (%)
UR_{21}	Umidade relativa do ar das 21 horas (%)
U_2	Velocidade do vento medido 2 m acima do solo (km dia^{-1})
n	Insolação diária (horas)
Prec	Precipitação pluviométrica (mm)
EvP	Evaporação no evaporímetro de Piche (mm)

As variáveis foram utilizadas para calcular médias diárias de temperatura, umidade relativa do ar, pressão parcial e de saturação de vapor d'água do ar e do déficit de saturação do ar, conforme equações descritas na Tabela 3.

As estimativas de temperatura média (T_m) (equação 1) e umidade relativa média (UR_m) do ar foram calculadas pelos modelos do 8º DISME. A pressão de saturação foi calculada pela equação de Tétens (MURRAY, 1967) com coeficientes ajustados conforme Fischer et al. (1987). A densidade de fluxo da radiação global incidente (R_g) foi estimada através da equação de Ångström-Prescott (equação 7), sendo $K_o\downarrow$ a densidade de fluxo da radiação solar global incidente no topo da atmosfera ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) estimada em função da latitude e época do ano, b_o e b_1 os coeficientes mensais ajustados para Santa Maria por Estefanel et al. (1990), n a insolação diária registrada com heliógrafo (h dia^{-1}) e N é o comprimento do dia (h dia^{-1}), calculado em função da declinação solar e da latitude local. O saldo de radiação foi estimado pela equação de Brunt-Penman (equação 9), utilizando os resultados obtidos com as equações 7 e 8 (BERLATO; MOLION, 1981).

Tabela 3 - Variáveis meteorológicas calculadas a partir dos dados meteorológicos e respectivas funções matemáticas. Santa Maria, RS, 2009.

Variáveis	Equação	Número
Temperatura média (°C)	$T_m = 0,2(T_9 + T_{\max} + T_{\min} + 2T_{21})$	1
Umidade relativa média (%)	$UR_m = 0,25(UR_9 + UR_{15} + 2UR_{21})$	2
Pressão de saturação (kPa)	$es = 0,6107 \exp\left(\frac{17,2694 \cdot T_m}{237,3 + T_m}\right)$	3
Pressão parcial de vapor (kPa)	$e = 0,01es UR_m$	4
Déficit de saturação do ar (kPa)	$d = es - e$	5
Tangente à curva de saturação (kPa °C ⁻¹)	$\Delta = \frac{4098 es}{(T_m + 237,3)^2}$	6
Densidade de fluxo da radiação global incidente (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	$R_g = K_o \downarrow (b_o + b_1 n N^{-1})$	7
Balanco de radiação de ondas longas (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	$L^* = -\varepsilon \sigma (T_m + 273)^4 [0,56 + 0,09 (0,75e)^{0,5}]$ $(0,1 + 0,9n N^{-1})$	8
Saldo de radiação (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	$Q^* = R_g(1-r) + L^*$	9
Evapotranspiração de referência (mm dia ⁻¹)	$ET_o = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma^*} \frac{Q^*}{L} + \frac{\gamma 900}{(\Delta + \gamma^*) (T_m + 275)} U_2 d$	10

em que: Δ é a tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água para a temperatura média diária T_m (kPa °C⁻¹), ε a emissividade da superfície vegetada de referência (0,95); σ a constante de Stefan-Boltzmann ($4,9861 \cdot 10^{-9}$ MJ m⁻² dia⁻¹ K⁻⁴); r da superfície vegetada de referência (0,23); γ a constante psicrométrica (0,0662 kPa.°C⁻¹); γ^* a constante psicrométrica corrigida, U_2 a velocidade média diária do vento a 2 m de altura (m s⁻¹), d o déficit de saturação do ar (kPa) e L o calor latente de evaporação (2,46 MJ kg⁻¹).

Para estimar a evapotranspiração de referência foi utilizado o método de Penman-Monteith, conforme Pereira et al. (1997). Para os poucos períodos com ausência de dados de velocidade do vento foi usada a equação de Penman (VAREJÃO SILVA, 2000), com um ajuste no termo aerodinâmico, através da evaporação medida no evaporímetro de Piche (EvP, mm dia⁻¹) e do déficit de saturação do ar (mmHg), conforme Alberto et al. (2002).

Para a estimativa da ETo, quando não se dispunha de dados de vento, foi utilizada a equação:

$$ET_o = \frac{\frac{\Delta Q^*}{\gamma L} + (a + b \text{ EvP}) \cdot d}{\frac{\Delta}{\gamma} + 1} \quad (11)$$

em que: Δ é dada em mmHg °C⁻¹; γ é 0,60 mmHg °C⁻¹; L é o calor latente de evaporação (MJ m⁻² dia⁻¹ mm⁻¹), Q^* é a densidade de fluxo do saldo de radiação (MJ m⁻² dia⁻¹); d é o déficit de saturação do ar de vapor d'água do ar (mmHg), a e b são coeficientes ajustados por Alberto et al. (2002) para a evaporação do evaporímetro de Piche, 0,42 e 0,0245, respectivamente.

O método utilizado para o cálculo do balanço hídrico (BH) diário foi o de Thornthwaite & Mather (1955), descrito por Pereira et al. (1997) e utilizado no roteiro de cálculo similar aos utilizados por Nied (2003) e por Silva (2008). O cálculo para obtenção da lâmina de irrigação no dia n foi realizado iterativamente, baseado no conteúdo de água armazenado no solo no dia $(n-1)$. Nos dias com irrigação, a lâmina de irrigação e a precipitação diária foram classificadas como entradas de água no cálculo do BH, nos demais dias somente a precipitação foi considerada como entrada de água.

Após uma precipitação somente o volume de água que infiltra contribui para o armazenamento de água no solo. A United State Soil Conservation Service utiliza o cálculo da precipitação efetiva para determinar a infiltração da água no solo. Nesta metodologia, a precipitação é dividida em perdas por escoamento superficial e em perdas iniciais, que ocorrem devido a interceptação e enchimento das rugosidades superficiais do solo (FRIZZONE et al., 2005):

$$P_i = \frac{5080}{CN} - 50,8 \quad (12)$$

$$Pr = \frac{(Preci - 0,2s)^2}{(Preci + 0,8s)} \quad \text{quando } Preci > 0,2s \quad (13)$$

$$Pr = 0,0 \quad \text{quando } Preci < 0,2s \quad (14)$$

Sendo que:

$$s = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (15)$$

Em que:

Pi = perdas iniciais em decorrência da interceptação e do enchimento das rugosidades superficiais do solo, mm;

Pr = perdas por escoamento superficial, mm;

Preci = precipitação pluviométrica, mm;

CN = curva número, adimensional;

s = parâmetro de retenção, adimensional.

O tipo de solo, uso e práticas de manejo influenciam na variação do parâmetro de retenção (s). A determinação deste parâmetro depende da curva número ($0 \leq CN \leq 100$) tabelada. Para os diferentes tipos de solos foram adotados o valor de CN conforme o teor de areia, utilizando o valor de 72 para os solos arenosos (com teor de areia maior que 50%) e o valor de 91 para os solos em que havia o predomínio das outras classes de partículas (teor de silte + teor de argila > 50%) (Tabela 6).

Foi considerado que a evaporação influenciou em 25% das perdas iniciais e apenas 75% infiltra no solo e que a variação do conteúdo de água no solo vai depender da água que infiltra (FRIZZONE et al., 2005), e foi determinada pelas seguintes equações:

$$Pe = Preci - Pr - 0,25.Pi \quad \text{quando } Preci > Pi \quad (16)$$

$$Pe = 0,75 \text{ Preci} \quad \text{quando } Preci \leq Pi \quad (17)$$

Em que, Pe = precipitação efetiva, mm.

A necessidade de irrigação foi determinada pelo quociente entre o conteúdo atual de água no solo e a CAD, determinados para o dia n, sendo a irrigação realizada no próximo dia (dia n+1). A irrigação foi realizada sempre que o conteúdo relativo de água no solo foi igual ou inferior aos limites (i) estabelecidos: 0,5; 0,6; 0,7 e 0,8 mm mm^{-1} , os quais correspondem a retirada de água disponível armazenada no solo de no máximo 50%, 40%, 30% e 20% da CAD, respectivamente.

Dessa forma, a água disponível às plantas (AD), para o processo de evapotranspiração, foi estabelecida pelo manejo de irrigação:

$$AD = (1-i) CAD \quad (18)$$

Em que: $(1-i) = p$ = fração de esgotamento de água no solo para os níveis de irrigação (i). Os valores de p foram definidos dentro da faixa para a cultura do milho (DOOREMBOS; KASSAN, 1994): $p=0,5$; $p=0,4$; $p=0,3$ e $p=0,2$ para os níveis de manejo de irrigação: $i=0,5$; $i=0,6$; $i=0,7$ e $i=0,8$, respectivamente.

3.3. Parâmetros da cultura

3.3.1. Duração dos Subperíodos

A duração dos subperíodos foi determinada para a cultura do milho, considerando-se a soma térmica acumulada. As UTD foram determinadas com base nas temperaturas máximas e mínimas diárias limitadas aos extremos de 30 e de 10°C, respectivamente, e a temperatura base de 10°C (EMBRAPA, 1996). Nessa determinação da UTD, a média diária entre as temperaturas máxima (T_{max_c}) e mínima (T_{min_c}), limitadas aos extremos, quando necessário, diminuídas da temperatura base (Tb), possibilitou o cálculo da soma térmica (ST, em UTD) no período de n dias considerado (EMBRAPA, 1996), pela expressão:

$$ST = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{T_{max_c} + T_{min_c}}{2} \right) - Tb \right] \quad (19)$$

Os genótipos de milho foram classificados de acordo com a EMBRAPA (1996) em grupos de maturação superprecoce, precoce e normal. Conforme Nied et al. (2005), para o subperíodo semeadura-emergência (S-E) foram considerados 74,1 UTD acumuladas para os três grupos de maturação. A ST média necessária no subperíodo entre a emergência e o pendoamento (E-P), para os grupos de maturação superprecoce, precoce e normal, foi de 800, 857 e 928 UTD, respectivamente (NIED et al., 2005). A partir do pendoamento, utilizou-se um acúmulo de 293 UTD para estimar a data de ocorrência do subperíodo de grão

leitoso e 542 UTD para estimar a data final do subperíodo maturação fisiológica, independente do grupo de maturação. Foram considerados os seguintes subperíodos da cultura: S – E, da semeadura (S) à emergência (E); E - 40%ST, da E a 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento; 40%ST – P, dos 40%ST ao pendoamento (P); P - GL, do pendoamento ao grão leitoso (GL); e, GL – MF, da GL à maturação fisiológica (MF). Para NIED (2003) 40%ST representa o intervalo de tempo entre a emergência até 30 dias após a emergência.

3.3.2. Épocas de semeadura (ES)

A simulação do desenvolvimento da cultura foi realizada para cada solo, utilizando-se diferentes manejos de irrigação e diferentes épocas de semeadura, sempre nos 1º e 15º dias do mês em todos os anos considerados (1968-2008) para os três grupos de maturação (superprecoce, precoce e normal), durante o período de semeadura recomendado pela pesquisa (Tabela 4).

Tabela 4 - Épocas de semeadura (ES) utilizadas na simulação do desenvolvimento da cultura do milho. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Dia de semeadura	ES	Dia de semeadura	ES	Dia de semeadura
1	01/08	6	15/10	11	01/01
2	15/08	7	01/11	12	15/01
3	01/09	8	15/11	13	01/02
4	15/09	9	01/12	14	15/02
5	01/10	10	15/12		

3.3.3. Evapotranspiração Máxima (ETm)

Para o cálculo da evapotranspiração máxima da cultura, utilizou-se a evapotranspiração de referência calculada e os coeficientes de cultura para o milho determinados por Matzenauer et al. (2002) (Tabela 5). Os coeficientes de cultura (Kc) variam conforme os subperíodos de desenvolvimento, entretanto para os subperíodos S - E e P - GL os valores do Kc foram considerados constantes,

durante o subperíodo. No transcorrer do subperíodo E – P e para GL-MF utilizaram-se funções de acordo com a época de semeadura e soma térmica (ST) (Tabela 5).

A ET_m foi calculada por:

$$ET_m = ET_o \cdot K_c \quad (20)$$

em que: ET_o = evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹, K_c = coeficiente de cultura, adimensional.

Tabela 5 – Soma térmica acumulada para cada grupo de maturação, subperíodos de desenvolvimento (Sub) e modelo de cálculo dos coeficientes de cultura utilizados para determinar a evapotranspiração máxima do milho em Santa Maria, RS, 2009. Adaptados de MATZENAUER et al. (2002).

Grupo de maturação			Sub	Determinação do K _c	Eq.
Superprecoce	Precoce	Normal			
Soma térmica acumulada (°C dia)				Agosto e Setembro	
0-74,1	0-74,1	0-74,1	S – E	0,40	21
74,1-800	74,1-857	74,1-928	E – P	$-0,3214.fst^3 + 0,1607.fst^2 + 0,7307.fst + 0,40$	22
800-1093	857-1150	928-1221	P – GL	0,97	23
1093-1635	1150-1692	1221-1763	GL – MF	$-0,8308.fst + 1,2608$	24
				Outubro	
0-74,1	0-74,1	0-74,1	S – E	0,40	25
74,1-800	74,1-857	74,1-928	E – P	$-0,6704.fst^3 + 0,8783.fst^2 + 0,4422.fst + 0,40$	26
800-1093	857-1150	928-1221	P – GL	1,05	27
1093-1635	1150-1692	1221-1763	GL – MF	$-0,8308.fst + 1,3408$	28
				Novembro a Fevereiro	
0-74,1	0-74,1	0-74,1	S – E	0,47	29
74,1-800	74,1-857	74,1-928	E – P	$0,2866.fst^3 - 1,0149.fst^2 + 1,2183.fst + 0,47$	30
800-1093	857-1150	928-1221	P – GL	0,96	31
1093-1635	1150-1692	1221-1763	GL – MF	$-0,7077.fst + 1,2077$	32

fst = fração da soma térmica acumulada no subperíodo (varia de 0,00-1,00); S é a semeadura; E é a emergência; P é o pendoamento; GL é o grão leitoso e MF é a maturação fisiológica.

3.4. Capacidade de Água Disponível para os diferentes solos

A capacidade de armazenamento de água disponível do solo (CAD) para a cultura do milho foi calculada em escala diária conforme o aprofundamento radicular.

Durante o subperíodo S-E foi considerada a CAD até a profundidade de 0,10 m; durante o subperíodo E-P a CAD foi calculada para cada dia (CADn) e durante o subperíodo P-MF foi considerada a CAD até a máxima profundidade radicular (CADf) (Figura 3).

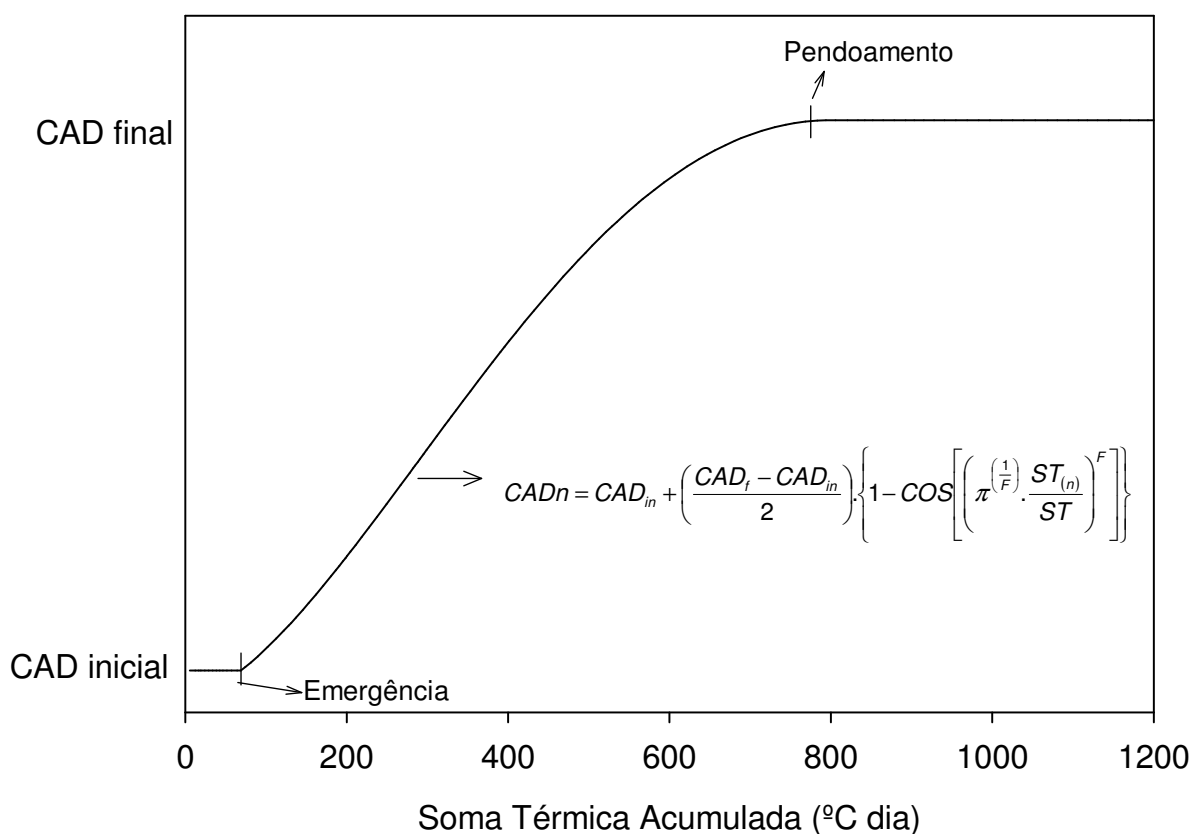


Figura 3 - Variação dos valores de CADn, em função do aprofundamento radicular ao longo do ciclo para o grupo de maturação superprecoce, determinado pela soma térmica (°C dia), simulados para os diferentes solos da região central do Rio Grande do Sul.

Para o cálculo da CADn desde a emergência quando se tem a CAD inicial (CADin) até o pendoamento, inclui-se a curva de crescimento sigmoideal do sistema radicular sigmoideal (equação 33), apresentada por Dourado-Neto et al. (1999), com a função da fração da soma térmica total do subperíodo (ST) atingida até o dia n (STn) em substituição à fração do número de dias, e um fator de forma do crescimento do sistema radicular (F) do milho igual a 0,80. Neste caso, a fração da

soma térmica $ST_n \cdot ST^{-1}$ (fst), variou entre os limites de 0,00 a 1,00, conforme exigido pelo modelo.

$$CAD_n = CAD_{in} + \left(\frac{CAD_f - CAD_{in}}{2} \right) \cdot \left\{ 1 - \cos \left[\left(\pi^{\left(\frac{1}{F} \right)} \cdot \frac{ST_{(n)}}{ST} \right)^F \right] \right\} \quad (33)$$

Os valores de CAD inicial (CAD_{in}) e CAD final (CAD_f) foram calculados para as unidades de mapeamento, utilizando-se os valores de CC e PMP descritos para os diferentes horizontes e solos com base nas informações encontradas em Brasil (1973), Peraza (2003) e Cardoso (2005). A CAD_{in} foi determinada para a profundidade de 0,10 m, enquanto que a CAD_f foi determinada até a profundidade de 0,60 m (CARLESSO; SANTOS, 1999; ZHUANG et al., 2001; OUDA et al., 2008) quando a presença natural de raízes era abundante ou não havia nenhum impedimento químico ou físico para as raízes atingirem a camada até 0,60 m ou, em caso contrário, até 0,40 m (PIRES et al., 1991; OLIVEIRA; VILLA NOVA, 1996). A partir do cálculo das CAD(s), os solos da região foram agrupados em classes, conforme o valor da CAD_{in} e CAD_f (Tabela 6).

As características dos solos da região de estudo e os valores utilizados no cálculo das CADs foram descritos por Cardoso (2005) e apresentadas no Anexo A.

As simulações do desenvolvimento da cultura foram utilizadas para o cálculo da variação do Kc e variação do CAD, considerando o aprofundamento radicular. Os valores de irrigação simulada pelo cálculo iterativo do balanço hídrico diário, para os diferentes solos, diferentes manejos de irrigação (M) e diferentes épocas de semeadura (ES) em cada ano de 1968 até 2008. Esses valores foram somados para todos os anos agrícolas, obtendo-se a lâmina de irrigação requerida para o milho, sendo contabilizado também o número de irrigações por período de cultivo para cada solo, manejo de irrigação e ES.

Os cálculos foram realizados a partir do desenvolvimento de algoritmos escritos no software Statistical Analysis System (SAS, 2001).

Tabela 6 - Capacidade de armazenamento de água disponível no solo inicial (CAD_{in}) e final (CAD_f), curva número (CN) da precipitação efetiva, unidades de mapeamento (BRASIL, 1973) e classificação dos solos (STRECK et al., 2008) da área de abrangência da estação meteorológica principal de Santa Maria, RS, utilizados no estudo simulado dos parâmetros de irrigação para os anos agrícolas de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

CAD_{in} (mm)	CAD_f (mm)	CN	Unidades de Mapeamento	Classificação dos solos
15	45	91	Charrua	Neossolo Litólico Eutrófico típico
15	45	91	Ciríaco	Chernossolo Argilúvico Férrico típico
15	45	91	Guassupi	Neossolo Litólico Distró-úmbrico fragmentário
15	45	91	Júlio de Castilhos	Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico úmbrico
15	60	72	São Pedro	Argissolo Vermelho Distrófico arênico
15	60	72	Venda Grande	Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico
15	60	72	Cerrito	Latossolo Vermelho Distrófico típico
15	80	91	Alto das Canas	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico úmbrico
15	80	91	Cambaí	Luvissolo Crômico Pálico saprolítico
22	80	91	Oásis	Argissolo Bruno Acinzentado Alumínico típico
22	80	91	São Gabriel	Planossolo Háplico Eutrófico típico
22	85	72	Santa Maria	Argissolo Amarelo Alítico típico
22	105	72	Vacacaí	Planossolo Háplico Eutrófico arênico

* CN = 72 para os solos com teor de areia maior que 50% e 91 com teor de areia menor que 50%.

3.5. Análise Estatística

A análise de variância e teste de Scott-Knott, em nível de 5% de significância, foram aplicados aos dados de duração dos subperíodos do ciclo, duração total do ciclo, lâmina de irrigação e o número de irrigações considerando-se como fonte de variação as épocas de semeadura, para a duração dos subperíodos e do ciclo. Para a lâmina de irrigação e número de irrigações as fontes de variação foram os tipos de solos, épocas de semeadura, níveis de manejo de irrigação e suas interações.

Os valores de duração do subperíodo e do ciclo total, para as 14 épocas de semeadura, para cada ciclo de cultivo e para os valores de lâmina de irrigação e número de irrigações, obtidos para cada época de semeadura, manejo de irrigação e tipo de solo, foram submetidos à análise de distribuição de probabilidade e aos

testes para qualidade de ajuste das funções, para verificar qual fdp melhor representa a distribuição destes dados.

As funções que inicialmente poderiam se ajustar aos dados foram escolhidas visualmente, pela plotagem da distribuição de dados. Foram então testados os ajustes das fdp: normal, exponencial, gamma, lognormal e Weibull, reduzidas a dois parâmetros, conforme preconizam Campos (1983), Assis et al. (1996) e Catalunha et al. (2002). Para facilitar o processamento, agilizar o ajuste das funções de distribuição de probabilidades e realizar os testes de aderência foi utilizado o software estatístico SAS. O critério para a escolha das melhores funções para cada situação foi o nível de significância de 10% para pelo menos um dos testes de aderência, qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov. Quando houve mais de uma função de distribuição ajustada, para cada caso, foi escolhida aquela que apresentou maior nível de significância indicado pelo teste do qui-Quadrado. Nestes dois testes a hipótese nula é que não há diferença entre a frequência relativa empírica e a frequência relativa teórica, definida matematicamente. Portanto, nesse estudo não se deseja rejeitar a hipótese nula (H_0).

Uma descrição mais detalhada das características das principais funções de densidade de probabilidade e suas funções acumuladas pode ser encontrada em Silva (2008) e no Anexo B.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Duração dos subperíodos e do ciclo do milho

A determinação dos subperíodos, para a definição da quantidade de água e do momento de irrigação, é importante para o manejo adequado e eficiente da irrigação, pois o cultivo do milho depende da ocorrência de condições meteorológicas adequadas durante seu crescimento e desenvolvimento, principalmente nos períodos críticos da cultura. Os elementos meteorológicos apresentam grande variabilidade espacial e temporal, principalmente devido à possível ocorrência de períodos prolongados de escassez de precipitação.

Nas semeaduras realizadas em agosto, podem ocorrer atrasos na emergência. O desenvolvimento e crescimento iniciais geralmente são mais lentos devido as temperaturas baixas. Os resultados gerados por simulação, sobre o desenvolvimento do milho, foram imprescindíveis para utilizar valores adequados de coeficiente de cultura e, assim, realizar um balanço hídrico seqüencial mais realístico para cada época de semeadura de cada ano da série histórica de dados.

Os resultados mostram que o tempo de duração de todos os subperíodos manteve-se abaixo de 59 dias os três grupos de maturação (Figura 4) em todos os subperíodos. A maior duração foi do subperíodo compreendido entre os 40%ST até o pendoamento, seguido do grão leitoso até a maturação fisiológica. O menor subperíodo foi da semeadura até a emergência, sendo inferior a 12 dias.

A análise de variância revelou que em todas as épocas de semeadura e em todos os grupos de maturação, as variáveis duração do ciclo total e dos subperíodos foram estatisticamente significativas em nível de 1% de probabilidade de erro (Apêndice A, B e C).

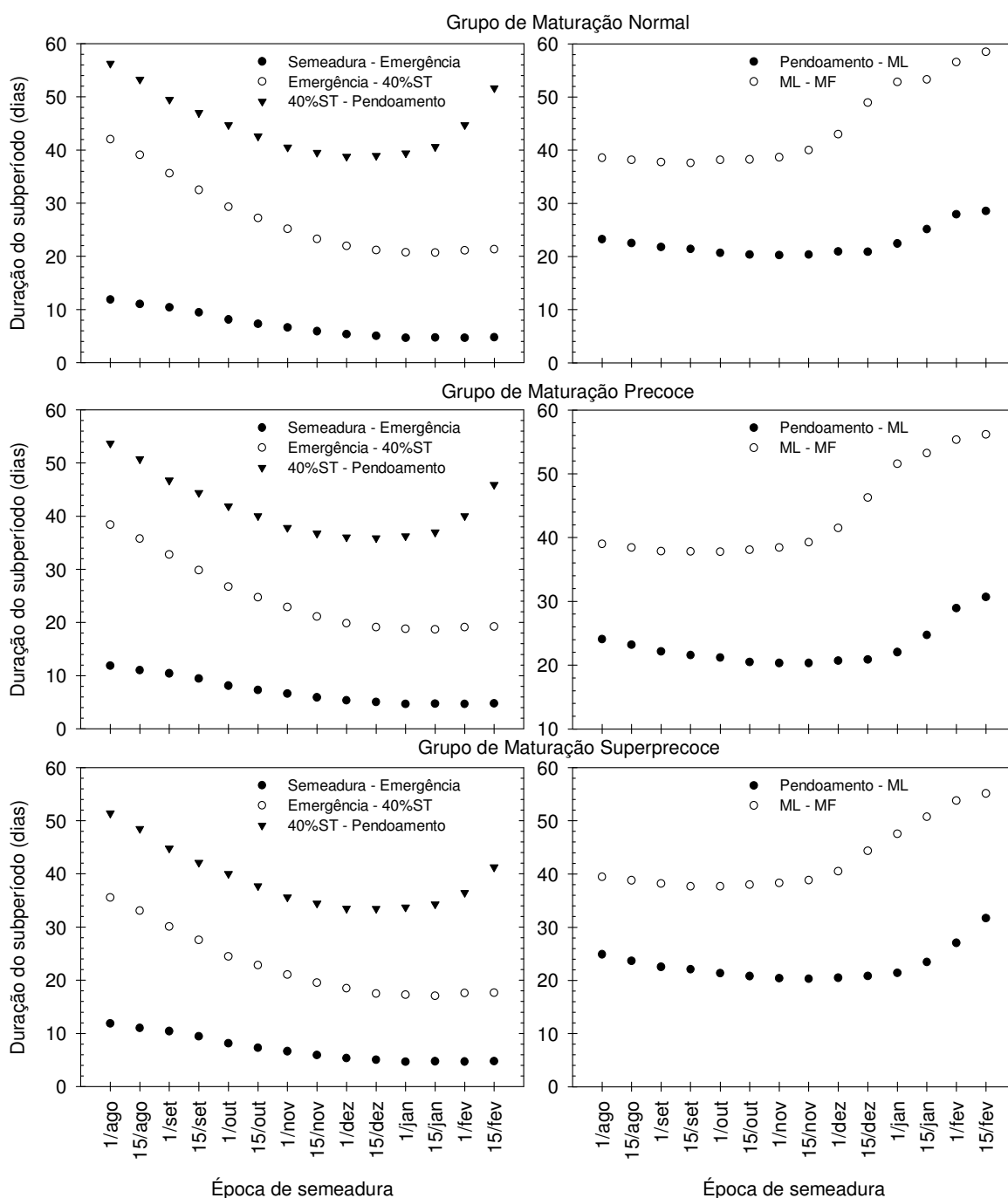


Figura 4 – Duração média dos subperíodos do ciclo de milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce em função das épocas de semeadura, simuladas durante os anos de 1968 a 2008. Santa Maria, 2009.

Com relação as médias da duração do ciclo e subperíodos entre épocas de semeadura para o grupo de maturação normal (Tabela 7), verifica-se que o subperíodo semeadura-emergência (S-E) é maior nas primeiras épocas de

semeadura (ES). Isso se deve a temperatura do solo, que influencia a duração do ciclo (NIED, 2003), aumentando a duração do subperíodo, em semeaduras efetuadas em épocas mais frias, devido a menor soma térmica. O subperíodo emergência até 40% da soma térmica necessária da emergência até o pendoamento (E-40%ST) variou de 20,7 dias (01/01 e 15/01) até 42,0 dias (01/08). Dos 40%ST até o pendoamento a variação também se manifestou em maior duração nas primeiras e últimas épocas, os maiores valores ocorreram com as épocas de semeadura 01/08, 15/08 e 15/02 e os menores valores ficaram associados as épocas de semeadura mais próximas do solstício de verão, entre 15/11 e 01/01. Em plantas semeadas na época 15/02, houve um aumento na duração do subperíodo E-40%ST, devido a diminuição das temperaturas ocasionadas pelas massas de ar frio (RODRIGUES et al., 2004) e pela menor disponibilidade de radiação solar devido ao menor comprimento do dia.

Tabela 7 – Comparação da duração média dos subperíodos (dias) para o grupo de maturação normal compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e de todo ciclo de desenvolvimento (S-MF) do milho, para as 14 épocas de semeadura (ES) simuladas em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Subperíodo (dias)					
	S-E	E-40%ST	40%ST-P	P-GL	GL-MF	S-MF
01/08	11,9 a*	42,0 a	56,3 a	23,3 c	38,6 e	172,0 a
15/08	11,0 b	39,1 b	53,3 b	22,5 c	38,1 e	164,0 b
01/09	10,4 b	35,6 c	49,5 d	21,8 c	37,8 e	155,0 c
15/09	9,4 c	32,5 d	47,0 e	21,4 d	37,6 e	147,9 d
01/10	8,1 d	29,3 e	44,7 f	20,7 d	38,1 e	140,9 f
15/10	7,3 e	27,2 f	42,6 g	20,4 d	38,2 e	135,7 g
01/11	6,6 e	25,2 g	40,5 h	20,3 d	38,7 e	131,2 h
15/11	5,9 f	23,3 h	39,5 i	20,4 d	40,0 e	129,0 h
01/12	5,3 g	22,0 i	38,8 i	20,9 d	43,0 d	129,9 h
15/12	5,1 g	21,2 i	38,9 i	20,9 d	49,0 c	134,9 g
01/01	4,7 g	20,7 i	39,4 i	22,4 c	52,8 b	140,0 f
15/01	4,7 g	20,7 i	40,6 h	25,1 b	53,3 b	144,5 e
01/02	4,7 g	21,1 i	44,7 f	27,9 a	56,6 a	155,0 c
15/02	4,8 g	21,3 i	51,7 c	28,5 a	58,5 a	164,8 b

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No subperíodo compreendido entre o pendoamento e o grão leitoso (P-GL) as épocas de semeadura simuladas em fevereiro apresentam os maiores valores, seguida da semeadura de 15/01. Os menores valores deste subperíodo, ocorrem nas épocas de semeadura compreendidas entre 15/09 e 15/12. Neste período estes valores são esperados já que a temperatura aumenta, com a aproximação do solstício de verão, que leva a maior duração do dia e da maior radiação solar disponível nessa época do ano. Como consequência o saldo de radiação é maior, o que resulta em maior energia disponível para aquecimento do ar.

No subperíodo do grão leitoso até a maturação fisiológica (GL-MF), as ES de fevereiro continuam com os maiores valores de duração seguidas das ES de janeiro e dezembro, obtendo-se os menores valores de duração desse subperíodo para as épocas de 01/08 a 15/11. Os menores valores ocorrem de agosto a novembro, pois, nessas ES o subperíodo GL-MF inicia entre dezembro e fevereiro, período de maiores temperaturas

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentadas as comparações das médias de duração dos subperíodos e do ciclo total de desenvolvimento para os grupos de maturação precoce e superprecoce. Os valores de duração do subperíodo S-E encontrados para os grupos de maturação precoce (Tabela 8) e superprecoce (Tabela 9) foram similares aos do ciclo normal (Tabela 7), pois a diferenciação dos grupos de maturação ocorrem devido as diferentes necessidades de energia para atingir o pendoamento. Nas Tabelas 8 e 9, verifica-se que a maior duração do subperíodo E-40%ST ocorre na ES 01/08 e as menores iniciam em 01/12 e 15/12 para os grupos de maturação precoce e superprecoce, respectivamente. No subperíodo do P-GL, os maiores valores para os grupos de maturação precoce e superprecoce ocorrem para a ES de 15/02. No subperíodo GL-MF, o mês de fevereiro, apresenta a maior duração para todos os grupos de maturação e as menores durações variam de 37,7 dias a 40,5 para o superprecoce.

Tabela 8 – Comparação da duração média dos subperíodos (dias) para o grupo de maturação precoce compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e de todo ciclo de desenvolvimento (S-MF) do milho, para as 14 épocas de semeadura (ES) simuladas em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Subperíodo (dias)					
	S-E	E-40%ST	40%ST-P	P-GL	GL-MF	S-MF
01/08	11,9 a*	38,4 a	53,7 a	24,1 c	39,0 e	167,0 a
15/08	11,0 b	35,8 b	50,7 b	23,2 d	38,4 e	159,1 b
01/09	10,4 b	32,8 c	46,8 c	22,2 e	37,9 e	149,9 d
15/09	9,4 c	29,8 d	44,4 d	21,6 e	37,8 e	143,0 e
01/10	8,1 d	26,8 e	41,9 e	21,2 f	37,8 e	135,7 g
15/10	7,3 e	24,7 f	40,0 f	20,5 f	38,1 e	130,6 i
01/11	6,6 e	22,9 g	37,8 g	20,3 f	38,4 e	126,1 j
15/11	5,9 f	21,1 h	36,8 g	20,3 f	39,3 e	123,4 k
01/12	5,3 g	19,8 i	36,1 h	20,7 f	41,5 d	123,4 k
15/12	5,1 g	19,1 i	35,9 h	20,9 f	46,3 c	127,2 j
01/01	4,7 g	18,8 i	36,3 h	22,0 e	51,6 b	133,3 h
15/01	4,7 g	18,7 i	37,0 g	24,7 c	53,2 b	138,3 f
01/02	4,7 g	19,1 i	40,1 f	28,9 b	55,3 a	148,1 d
15/02	4,8 g	19,2 i	45,9 c	30,7 a	56,2 a	156,7 c

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Figura 5 é representada a variação da duração do ciclo de desenvolvimento para as épocas de semeadura, a qual foi semelhante entre os grupos de maturação, sendo a maior duração para a ES de 01/08, com 163,1, 167,0 e 172,0 dias, para os grupos superprecoce, precoce e normal, respectivamente. A duração do ciclo tem o formato de uma parábola onde as primeiras e últimas semeaduras apresentam os maiores valores de duração do ciclo. Os menores ciclos ocorreram nas ES de 15/11 e 01/12, devido as maiores temperaturas a partir dessas épocas, sendo de apenas 118,3 dias (superprecoce) e 129,9 dias (normal).

Tabela 9 – Comparação da duração média dos subperíodos (dias) para o grupo de maturação superprecoce compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e de todo ciclo de desenvolvimento (S-MF) do milho, para as 14 épocas de semeadura (ES) simuladas em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Subperíodo (dias)					
	S-E	E-40%ST	40%ST-P	P-GL	GL-MF	S-MF
01/08	11,9 a*	35,6 a	51,4 a	24,9 c	39,5 e	163,1 a
15/08	11,0 b	33,1 b	48,5 b	23,7 d	38,8 e	155,0 b
01/09	10,4 b	30,1 c	44,8 c	22,5 e	38,2 e	146,0 d
15/09	9,4 c	27,6 d	42,1 d	22,1 f	37,7 e	138,9 e
01/10	8,1 d	24,5 e	40,1 e	21,4 f	37,7 e	131,7 f
15/10	7,3 e	22,8 f	37,8 f	20,8 g	38,0 e	126,6 g
01/11	6,6 e	21,1 g	35,6 h	20,4 g	38,3 e	122,0 i
15/11	5,9 f	19,5 h	34,5 i	20,3 g	38,8 e	119,0 j
01/12	5,3 g	18,5 h	33,5 i	20,5 g	40,5 e	118,3 j
15/12	5,1 g	17,5 i	33,5 i	20,8 g	44,4 d	121,2 i
01/01	4,7 g	17,3 i	33,7 i	21,4 f	47,6 c	124,6 h
15/01	4,7 g	17,1 i	34,3 i	23,4 d	50,7 b	130,3 f
01/02	4,7 g	17,6 i	36,5 g	27,0 b	53,8 a	139,5 e
15/02	4,8 g	17,7 i	41,3 d	31,7 a	55,2 a	150,5 c

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A duração dos subperíodos e do ciclo total foram representadas pelas funções de distribuição de probabilidade (fdp). Nesta análise foram testadas as fdps exponencial, gamma, lognormal, normal e Weibull para cada época de semeadura e grupo de maturação da cultura do milho. Para os cinco subperíodos utilizaram-se 1050 fdps e para o ciclo total 210 fdps. Isso ocorreu devido a combinação de subperíodos (5), ES (14), fdp (5) e grupos de maturação (3). As fdps que se ajustaram para a duração dos subperíodos foram as funções normal e lognormal, seguidas pela função Weibull.

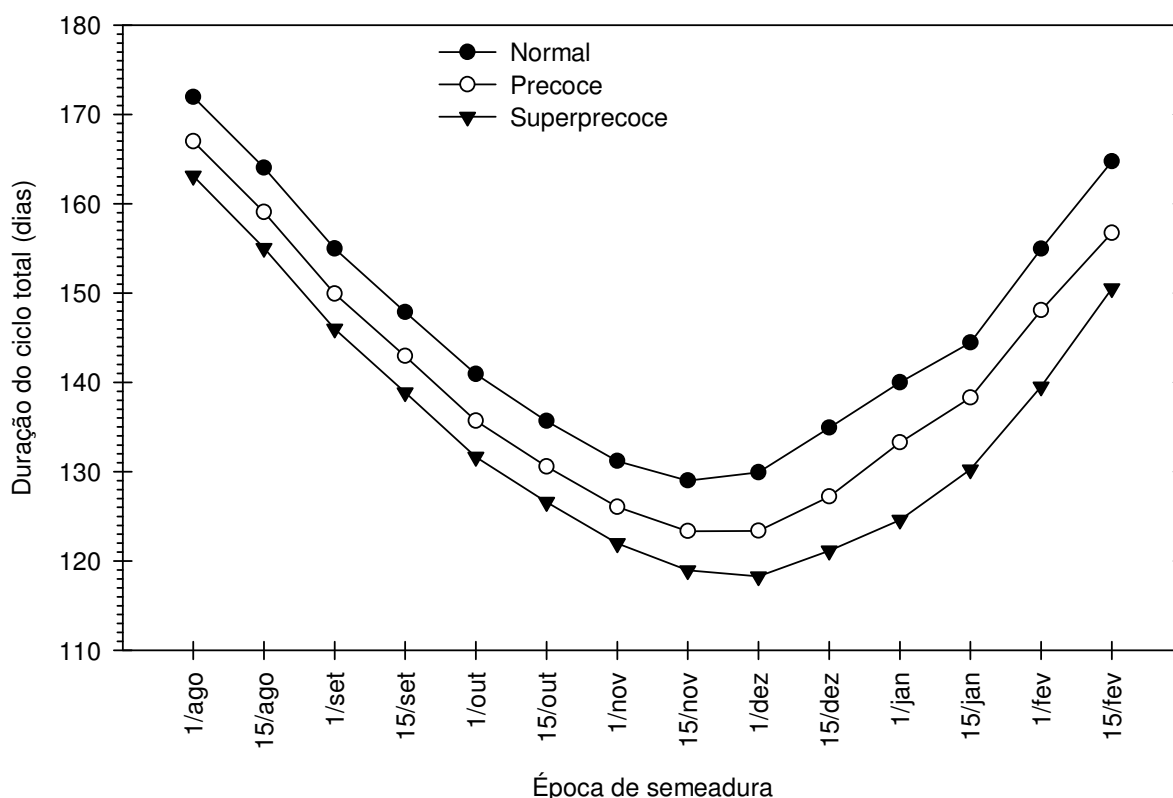


Figura 5 – Duração média do ciclo total do milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce em função das épocas de semeadura, simuladas durante os anos de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

A função gamma ajustou-se somente em 3% dos casos dos subperíodos para o grupo de maturação precoce (Tabela 10). Para o ajuste da duração do ciclo total a fdp normal predomina, com mais de 68% das fdps para os três grupos de maturação, seguida da lognormal com pelo menos 14% e depois Weibull com 8% para os grupos dos ciclos precoce e superprecoce.

As fdps tiveram ajuste para todos os subperíodos de cultivo (Tabelas 11, 12, 13 e 14), mas para o ciclo total (Tabela 15) quatro épocas não tiveram ajuste, sendo duas para o ciclo normal (01/01 e 15/01), uma para precoce (15/01) e uma superprecoce (01/01).

Tabela 10 – Frequência de casos com ajuste estatisticamente significativo das funções de distribuição de probabilidades (Fdp) lognormal (lnormal), normal, Weibull e gamma, para a duração dos subperíodos e do ciclo total, simulados para os anos de 1968 a 2008, para cada grupo de maturação do milho. Santa Maria, RS, 2009.

Fdp	% Freq (Subperíodos)	% Freq (Ciclo Total)
Grupo de Maturação Normal		
Lnormal	40%	25%
Normal	41%	75%
Weibull	19%	
	100%	100%
Grupo de Maturação Precoce		
Lnormal	37%	15%
Normal	30%	77%
Weibull	30%	8%
Gamma	3%	
	100%	100%
Grupo de Maturação Superprecoces		
Lnormal	37%	23%
Normal	43%	69%
Weibull	20%	8%
	100%	100%

Com as fdps selecionadas, calculou-se a duração dos subperíodos e do ciclo, por época de semeadura para as probabilidades de 95, 90 e 75% de ocorrência. Para exemplificar, pode-se afirmar que em 90% dos casos, isto é, em 90 de cada 100 anos que o ciclo do milho semeado em 01/10, o ciclo será menor ou igual a 147, 141 e 137 dias para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, respectivamente (Tabelas 16, 17 e 18). Esta interpretação também pode ser utilizada para outras ES e subperíodos. Comparando-se a variação dos valores médios da duração do ciclo com os valores calculados nos níveis de probabilidade de ocorrência, verificou-se similaridade entre os dados. O menor ciclo em 90% dos anos é na ES próxima a 15/11, com valores máximos de duração do ciclo de 135, 129 e 124 dias para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, respectivamente (Tabelas 16, 17 e 18).

Tabela 11 – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S) e emergência (E), emergência (E) até 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), 40%ST - pendoamento (P), pendoamento - grão leitoso (GL), grão leitoso - maturação fisiológica (MF) para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, para as épocas de semeadura (ES) de agosto e setembro em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Subperíodo	Fdp	Ciclo					
			Normal		Precoce		Superprecoce	
			a*	b*	a*	b*	a*	b*
01/Ago	S – E	Normal	11,8500	3,3707	11,8500	3,3707	11,8500	3,3707
	E – 40%ST	Normal	-	-	-	-	35,5500	5,6294
		Weibull	9,3295	44,3401	8,4056	40,7238	-	-
	40%ST – P	Normal	56,2750	3,9222	53,6750	3,7784	51,4000	3,9013
	P – GL	Lnormal	-	-	0,0662	3,1780	0,0868	3,2102
		Normal	23,2500	1,3540	-	-	-	-
	GL – MF	Lnormal	-	-	0,0485	3,6624	0,0493	3,6738
15/Ago		Normal	38,5500	1,7387	-	-	-	-
	S – E	Normal	11,0000	3,2972	11,0000	3,2972	11,0000	3,2972
	E – 40%ST	Weibull	10,4751	41,0281	10,1960	37,6071	8,8596	34,9750
	40%ST – P	Lnormal	0,0717	3,9734	0,0737	3,9238	0,0752	3,8788
	P – GL	Lnormal	0,0532	3,1121	-	-	-	-
		Normal	-	-	23,1750	1,1068	23,6500	1,4944
	GL – MF	Lnormal	0,0433	3,6400	-	-	-	-
01/Set		Normal	-	-	-	-	38,8000	1,8838
		Weibull	-	-	25,4252	39,1971	-	-
	S – E	Normal	10,4000	2,6966	10,4000	2,6966	10,4000	2,6966
	E – 40%ST	Normal	35,5750	3,7682	32,7750	3,7313	30,1000	3,7471
	40%ST – P	Lnormal	-	-	-	-	0,0639	3,8002
		Normal	49,4750	3,0297	46,7500	3,0780	-	-
	P – GL	Lnormal	0,0650	3,0787	0,0545	3,0964	-	-
15/Set		Normal	-	-	-	-	22,5250	1,1980
	GL – MF	Lnormal	0,0419	3,6301	0,0447	3,6326	0,0460	3,6411
	S – E	Normal	9,4250	1,9333	9,4250	1,9333	9,4250	1,9333
	E – 40%ST	Normal	32,4750	2,8911	-	-	27,5750	2,8902
		Weibull	-	-	12,9300	31,0390	-	-
	40%ST – P	Lnormal	-	-	0,0586	3,7910	0,0650	3,7386
		Normal	47,0000	2,7642	-	-	-	-
15/Set	P – GL	Lnormal	0,0554	3,0619	0,0623	3,0685	0,0593	3,0927
	GL – MF	Lnormal	0,0361	3,6257	-	-	0,0409	3,6282
		Normal	-	-	37,8000	1,5392	-	-

*Os parâmetros das fdp Gamma, Weibull e lognormal (lnormal) são denominados “escalar” e “de forma”, ao invés de média e desvio-padrão, como os parâmetros da função normal.

Tabela 12 – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S) e emergência (E), emergência (E) até 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), 40%ST - pendoamento (P), pendoamento - grão leitoso (GL), grão leitoso - maturação fisiológica (MF) para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, para as épocas de semeadura (ES) de outubro e novembro em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Subperíodo	Fdp	Ciclo					
			Normal		Precoce		Superprecoce	
			a*	b*	a*	b*	a*	b*
01/Out	S – E	Normal	8,1000	1,8229	8,1000	1,8229	8,1000	1,8229
	E – 40%ST	Normal	29,3000	2,5033	26,7500	2,3832	24,4750	2,4283
	40%ST – P	Lnormal	0,0459	3,7995	-	-	-	-
	P – GL	Normal	-	-	41,9000	1,9189	40,0500	2,1116
		Lnormal	-	-	-	-	0,0555	3,0595
	GL – MF	Normal	20,6750	1,3471	21,1750	1,3754	-	-
		Weibull	-	-	-	-	25,5070	38,4050
15/Out	S – E	Lnormal	0,1658	1,9711	0,1658	1,9711	0,1658	1,9711
	E – 40%ST	Lnormal	-	-	0,0848	3,2043	-	-
	40%ST – P	Normal	27,2250	2,3037	-	-	22,8250	2,0492
		Lnormal	0,0406	3,7510	0,0453	3,6885	0,0485	3,6298
	P – GL	Lnormal	0,0536	3,0117	-	-	0,0563	3,0322
		Normal	-	-	20,5000	1,2609	-	-
	GL – MF	Lnormal	0,0353	3,6429	-	-	0,0354	3,6363
01/Nov	S – E	Weibull	7,9616	7,0423	7,9616	7,0423	7,9616	7,0423
	E – 40%ST	Lnormal	0,0818	3,2216	0,0868	3,1264	-	-
	40%ST – P	Normal	-	-	-	-	21,0500	2,0625
		Normal	40,5250	1,8534	37,8250	1,8101	35,6250	1,7495
	P – GL	Normal	20,2500	0,8987	20,3250	0,9711	20,3750	1,1022
	GL – MF	Normal	38,6500	1,7766	-	-	-	-
		Weibull	-	-	27,4606	39,1483	32,2806	38,9443
15/Nov	S – E	Lnormal	0,1651	1,7613	0,1651	1,7613	0,1651	1,7613
	E – 40%ST	Lnormal	-	-	0,0534	3,0491	-	-
	40%ST – P	Normal	-	-	-	-	19,5000	1,1767
		Weibull	20,5713	23,8233	-	-	-	-
	P – GL	Lnormal	0,0472	3,6758	-	-	0,0486	3,5384
		Normal	-	-	36,7500	1,8362	-	-
	GL – MF	Lnormal	0,0488	3,0119	0,0517	3,0105	0,0469	3,0083
		Weibull	-	-	21,7882	40,2120	24,4518	39,6668

*Os parâmetros das fdp Gamma, Weibull e lognormal (lnormal) são denominados “escalar” e “de forma”, ao invés de média e desvio-padrão, como os parâmetros da função normal.

Tabela 13 – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S) e emergência (E), emergência (E) até 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), 40%ST - pendoamento (P), pendoamento - grão leitoso (GL), grão leitoso - maturação fisiológica (MF) para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, para as épocas de semeadura (ES) de dezembro e janeiro em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Subperíodo	Fdp	Ciclo					
			Normal		Precoce		Superprecoce	
			a*	b*	a*	b*	a*	b*
01/Dez	S – E	Lnormal	0,1527	1,6610	0,1527	1,6610	0,1527	1,6610
	E – 40%ST	Lnormal	0,0627	3,0869	-	-	0,0723	2,9139
		Weibull	-	-	16,7460	20,3992	-	-
	40%ST – P	Lnormal	-	-	0,0447	3,5839	0,0462	3,5105
		Normal	38,7750	1,5104	-	-	-	-
	P – GL	Normal	20,9000	1,1277	-	-	20,4750	1,2606
		Weibull	-	-	19,3650	21,2277	-	-
	GL – MF	Lnormal	0,0899	3,7567	0,0815	3,7225	-	-
15/Dez		Normal	-	-	-	-	40,5000	3,1865
	S – E	Normal	5,0500	0,5524	5,0500	0,5524	5,0500	0,5524
	E – 40%ST	Gamma	-	-	250,7910	0,0762	-	-
		Lnormal	0,0642	3,0496	-	-	-	-
		Normal	-	-	-	-	17,5000	1,1323
	40%ST – P	Lnormal	0,0364	3,6610	-	-	0,0364	3,5094
		Normal	-	-	35,9000	1,4106	-	-
	P – GL	Lnormal	0,0649	3,0353	0,0617	3,0367	-	-
01/Jan		Weibull	-	-	-	-	16,4813	21,4107
	GL – MF	Lnormal	0,1189	3,8837	0,1073	3,8290	0,0927	3,7879
	S – E	Lnormal	0,1395	1,5273	0,1395	1,5273	0,1395	1,5273
	E – 40%ST	Lnormal	0,0507	3,0301	0,0538	2,9324	0,0579	2,8462
	40%ST – P	Lnormal	-	-	-	-	0,0406	3,5174
		Weibull	28,7977	40,1460	31,0580	36,8904	-	-
	P – GL	Lnormal	-	-	0,0754	3,0894	-	-
		Normal	22,4250	1,8382	-	-	-	-
15/Jan		Weibull	-	-	-	-	17,6976	22,0432
	GL – MF	Weibull	18,3474	54,3451	18,9797	53,0610	20,3753	48,8472
	S – E	Normal	4,7250	0,5986	4,7250	0,5986	4,7250	0,5986
	E – 40%ST	Lnormal	0,0551	3,0286	0,0581	2,9255	-	-
		Normal	-	-	-	-	17,0500	0,9594
	40%ST – P	Weibull	21,1221	41,6087	23,8002	37,8035	24,8442	35,0754
	P – GL	Normal	25,1250	2,1023	24,7000	2,4516	23,4250	2,1589
	GL – MF	Normal	-	-	-	-	50,7250	3,9677
		Weibull	14,9341	55,2714	15,6234	55,0319	-	-

*Os parâmetros das fdp Gamma, Weibull e lognormal (lnormal) são denominados “escalar” e “de forma”, ao invés de média e desvio-padrão, como os parâmetros da função normal.

Tabela 14 – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S) e emergência (E), emergência (E) até 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), 40%ST - pendoamento (P), pendoamento - grão leitoso (GL), grão leitoso - maturação fisiológica (MF) para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, para as épocas de semeadura (ES) de fevereiro em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Subperíodo	Fdp	Ciclo					
			Normal		Precoce		Superprecoce	
			a*	b*	a*	b*	a*	b*
01/Fev	S – E	Weibull	8,0526	4,9464	8,0526	4,9464	8,0526	4,9464
	E – 40%ST	Normal	-	-	-	-	17,5750	1,1522
	40%ST – P	Weibull	21,0568	21,6423	20,0165	19,6123	-	-
		Normal	44,7250	3,7484	40,0500	3,5005	-	-
	P – GL	Weibull	-	-	-	-	13,5374	37,8045
		Normal	-	-	-	-	27,0250	2,2474
	GL – MF	Weibull	10,4519	29,2795	13,2307	30,0505	-	-
		Weibull	7,2155	60,3433	9,2292	58,2872	10,1255	56,5486
15/Fev	S – E	Lnormal	0,1439	1,5478	0,1439	1,5478	0,1439	1,5478
	E – 40%ST	Lnormal	-	-	0,0756	2,9534	-	-
	40%ST – P	Normal	21,3250	1,4212	-	-	17,6500	1,2517
		Lnormal	-	-	0,1130	3,8201	0,1080	3,7146
	P – GL	Normal	51,6750	6,1410	-	-	-	-
		Normal	28,5250	6,4886	30,6750	5,2642	-	-
	GL – MF	Weibull	-	-	-	-	9,2309	33,4491
		Normal	58,4750	14,0128	-	-	55,1500	12,5362
		Weibull	-	-	5,2717	61,0937	-	-

*Os parâmetros das fdp Gamma, Weibull e lognormal (lnormal) são denominados “escalar” e “de forma”, ao invés de média e desvio-padrão, como os parâmetros da função normal.

Em Santa Maria-RS foram realizados trabalhos sobre a duração do ciclo da cultura do milho entre os quais os de Gallareta (2002), Wolschick et al., (2003), Storck et al., 2002 e Storck et al., (2005). Entretanto nos referidos trabalhos é informada apenas a duração do subperíodo da emergência até o pendoamento ou a duração total do ciclo. Storck et al. (2002) e Storck et al. (2005) avaliaram a duração do subperíodo da emergência até o pendoamento para os grupos de maturação superprecoce, precoce e normal em duas datas de semeadura (21/10/1999 e 31/10/2000). Obtiveram a duração de 71 e 72 dias para o grupo superprecoce, 73 e 73 dias para o precoce e 78 e 76 dias para o grupo normal, nos anos agrícolas 1999/2000 e 2000/2001, respectivamente. Comparando esses valores da duração do subperíodo semeadura até o pendoamento com os resultados apresentados nas

Tabelas 16, 17 e 18, verifica-se que existe uma relação entre os dados observados a campo e a duração provável deste subperíodo determinada pelos dados de temperatura registrados em 40 anos de observação meteorológica. As pequenas diferenças de no máximo seis dias podem inclusive ser decorrentes das diferenças de condições térmicas ocorridas nos dois anos dos referidos experimentos de campo em relação a condição média normal para os 40 anos de dados meteorológicos utilizados no presente trabalho. De maneira geral, a diferença do ciclo total de desenvolvimento dos grupos de maturação do milho, depende da duração do subperíodo da semeadura até o pendoamento; quanto mais precoce o genótipo, menor o subperíodo vegetativo e quanto mais tardio, maior o subperíodo vegetativo.

Tabela 15 – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp) selecionadas para determinar a duração do ciclo do milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, simuladas para as 14 épocas de semeadura (ES), em cada ano do período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Fdp	Ciclo					
		Normal		Precoce		Superprecoce	
		a*	b*	a*	b*	a*	b*
01/Ago	Normal	171,9500	5,6792	166,9750	5,6772	163,1250	5,6893
15/Ago	Normal	164,0250	5,4608	159,0750	5,4790	155,0250	5,3517
01/Set	Normal	154,9750	4,6712	149,9250	4,7415	146,0000	4,7068
15/Set	Normal	147,8750	4,4445	-	-	138,8750	4,3394
	Weibull	-	-	38,1334	144,9463	-	-
01/Out	Normal	140,9250	4,5313	135,7000	4,3157	131,6500	4,2399
15/Out	Lnormal	-	-	-	-	0,0297	4,8406
	Normal	135,6750	3,9118	130,5750	3,6995	-	-
01/Nov	Lnormal	0,0321	4,8762	-	-	-	-
	Normal	-	-	126,0500	3,8760	121,9750	3,7244
15/Nov	Lnormal	0,0342	4,8592	-	-	-	-
	Normal	-	-	123,3500	4,1047	118,9500	3,6511
01/Dez	Lnormal	-	-	0,0402	4,8144	0,0397	4,7722
	Normal	129,9250	5,7485	-	-	-	-
15/Dez	Lnormal	0,0556	4,9032	0,0510	4,8445	0,0472	4,7959
01/Jan	Normal	-	-	133,2750	4,2061	-	-
15/Jan	Normal	-	-	-	-	130,2500	1,8640
01/Fev	Normal	154,9500	7,5276	148,0750	3,7375	-	-
	Weibull	-	-	-	-	60,4242	141,1586
15/Fev	Normal	164,7500	13,3661	156,7250	11,5336	150,5250	10,1728

*Os parâmetros das fdp Gamma, Weibull e lognormal (lnormal) são denominados “escalar” e “de forma”, ao invés de média e desvio-padrão, como os parâmetros da função normal.

Tabela 16 – Duração provável dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e o ciclo total (S-MF), para 14 épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação normal, simuladas para a série histórica de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

Subperíodo	ES	Probabilidade			ES	Probabilidade			ES	Probabilidade		
		95	90	75		95	90	75		95	90	75
S – E	01/Ago	17	16	14	15/Out	9	9	8	01/Jan	6	6	5
E – 40%ST		50	48	46		31	30	29		22	22	21
40%ST – P		63	61	59		46	45	44		42	41	41
P – GL		25	25	24		22	22	21		25	25	24
GL – MF		41	41	40		40	40	39		58	57	55
S-MF		181	179	176		142	141	138		150*	147*	143*
S – E	15/Ago	16	15	13	01/Nov	8	8	7	15/Jan	6	5	5
E – 40%ST		46	44	42		29	28	26		23	22	21
40%ST – P		60	58	56		44	43	42		44	43	42
P – GL		25	24	23		22	21	21		29	28	27
GL – MF		41	40	39		42	41	40		59	58	56
S-MF		173	171	168		138	137	134		155*	150*	148*
S – E	01/Set	15	14	12	15/Nov	8	7	7	01/Fev	6	5	5
E – 40%ST		42	40	38		25	25	24		23	23	22
40%ST – P		54	53	52		43	42	41		51	50	47
P – GL		24	24	23		22	22	21		33	32	30
GL – MF		40	40	39		44	43	42		70	68	63
S-MF		163	161	158		136	135	132		167	165	160
S – E	15/Set	13	12	11	01/Dez	7	6	6	15/Fev	6	6	5
E – 40%ST		37	36	34		24	24	23		24	23	22
40%ST – P		52	51	49		41	41	40		62	60	56
P – GL		23	23	22		23	22	22		39	37	33
GL – MF		40	39	38		50	48	45		82	76	68
S-MF		155	154	151		139	137	134		187	182	174
S – E	01/Out	11	10	9	15/Dez	6	6	5				
E – 40%ST		33	33	31		23	23	22				
40%ST – P		48	47	46		41	41	40				
P – GL		23	22	22		23	23	22				
GL – MF		41	40	39		59	57	53				
S-MF		148	147	144		148	145	140				

*Valores determinados pela distribuição empírica.

A duração do ciclo total tem grande variação conforme a época de semeadura. Gallaretta (2002) desenvolveu um trabalho com milho do grupo de maturação precoce, sendo a semeadura realizada em 19/12/2000 e a duração do ciclo total desse cultivo de 115 dias da semeadura até a maturação fisiológica, valor inferior aos encontrados na Tabela 17.

Tabela 17 – Duração provável dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e o ciclo total (S-MF), para 14 épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação precoce, simuladas para a série histórica de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

Subperíodo	ES	Probabilidade			ES	Probabilidade			ES	Probabilidade		
		95	90	75		95	90	75		95	90	75
S – E	01/Ago	17	16	14	15/Out	9	9	8	01/Jan	6	6	5
E – 40%ST		46	45	42		28	27	26		21	20	19
40%ST – P		60	59	56		43	42	41		38	38	37
P – GL		27	26	25		23	22	21		25	24	23
GL – MF		42	41	40		40	40	39		56	55	54
S-MF		176	174	171		137	135	133		140	139	136
S – E	15/Ago	16	15	13	01/Nov	8	8	7	15/Jan	6	6	5
E – 40%ST		42	41	39		26	25	24		21	20	19
40%ST – P		57	56	53		41	40	39		40	39	38
P – GL		25	25	24		22	22	21		29	28	26
GL – MF		41	41	40		41	40	40		59	58	56
S-MF		168	166	163		132	131	129		144*	142*	140*
S – E	01/Set	15	14	12	15/Nov	8	7	7	01/Fev	6	5	5
E – 40%ST		39	38	35		23	23	22		21	20	20
40%ST – P		52	51	49		40	39	38		46	45	42
P – GL		24	24	23		22	22	21		33	32	31
GL – MF		41	40	39		42	42	41		66	64	60
S-MF		158	156	153		130	129	126		154	153	151
S – E	15/Set	13	12	11	01/Dez	7	6	6	15/Fev	6	6	5
E – 40%ST		34	33	32		22	21	21		22	21	20
40%ST – P		49	48	46		39	38	37		55	53	49
P – GL		24	23	22		22	22	22		39	37	34
GL – MF		40	40	39		47	46	44		75	72	65
S-MF		149	148	146		132	130	127		176	172	165
S – E	01/Out	11	10	9	15/Dez	6	6	5				
E – 40%ST		31	30	28		21	21	20				
40%ST – P		45	44	43		38	38	37				
P – GL		23	23	22		23	23	22				
GL – MF		40	40	39		55	53	49				
S-MF		143	141	139		138	136	131				

*Valores determinados pela distribuição empírica.

No trabalho de Wolschick et al. (2003), utilizando o grupo de maturação superprecoce, a cultura do milho foi implantada em 27/11/1998 e a duração do ciclo foi de 123 dias. A previsão da duração máxima do ciclo apresentada nas Tabelas 17 e 18 mostra que, ao nível de 90% de probabilidade, a duração máxima prevista é de

136 dias para o grupo de maturação precoce semeado em 15/12 e de 124 dias para o grupo de maturação superprecoce para as semeaduras simuladas de 15/11 e 01/12, o que, associado aos valores médios para os respectivos grupos de maturação (Tabelas 8 e 9), mostra a concordância entre os dados obtidos no atual trabalho e os da literatura.

Tabela 18 – Duração provável dos subperíodos compreendidos entre a semeadura (S), emergência (E), 40% da soma térmica necessária desde a emergência até o pendoamento (40%ST), pendoamento (P), grão leitoso (GL), maturação fisiológica (MF) e o ciclo total (S-MF), para 14 épocas de semeadura (ES) para o grupo superprecoce, simuladas para a série histórica de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

Subperíodo	ES	Probabilidade			ES	Probabilidade			ES	Probabilidade		
		95	90	75		95	90	75		95	90	75
S – E	01/Ago	17	16	14	15/Out	9	9	8	01/Jan	6	6	5
E – 40%ST		45	43	39		26	25	24		19	19	18
40%ST – P		58	56	54		41	40	39		36	35	35
P – GL		29	28	26		23	22	22		23	23	22
GL – MF		43	42	41		40	40	39		52	51	50
S-MF		172	170	167		133	131	129		132*	131*	127*
S – E	15/Ago	16	15	13	01/Nov	8	8	7	15/Jan	6	6	5
E – 40%ST		40	38	36		24	24	22		19	18	18
40%ST – P		55	53	51		39	38	37		37	36	36
P – GL		26	26	25		22	22	21		27	26	25
GL – MF		42	41	40		40	40	39		57	56	53
S-MF		164	162	159		128	127	124		133	133	132
S – E	01/Set	15	14	12	15/Nov	8	7	7	01/Fev	6	5	5
E – 40%ST		36	35	33		21	21	20		19	19	18
40%ST – P		50	49	47		37	37	36		41	40	39
P – GL		24	24	23		22	22	21		31	30	29
GL – MF		41	40	39		41	41	40		63	61	58
S-MF		154	152	149		125	124	121		144	143	142
S – E	15/Set	13	12	11	01/Dez	7	6	6	15/Fev	6	6	5
E – 40%ST		32	31	30		21	20	19		20	19	18
40%ST – P		47	46	44		36	36	35		49	47	44
P – GL		24	24	23		23	22	21		38	37	35
GL – MF		40	40	39		46	45	43		76	71	64
S-MF		146	144	142		126	124	121		167	164	157
S – E	01/Out	11	10	9	15/Dez	6	6	5				
E – 40%ST		28	28	26		19	19	18				
40%ST – P		44	43	41		35	35	34				
P – GL		23	23	22		23	23	22				
GL – MF		40	40	39		51	50	47				
S-MF		139	137	135		131	129	125				

*Valores determinados pela distribuição empírica.

4.2. Lâmina de irrigação e número de dias com irrigação

A irrigação é um complemento na quantidade de água disponibilizada pelas precipitações. Desta forma, as plantas poderão ser supridas em suas exigências por água, a qual é utilizada como reagente no metabolismo vegetal, transporte e translocação de solutos, na turgescência celular, na abertura e fechamento dos estômatos e no aprofundamento do sistema radicular no solo (TAIZ; ZEIGER, 2004). Caso ocorra uma redução da água disponível para a planta no solo esta provoca alterações nos mecanismos que afetam negativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas (SINCLAIR; LUDLOW, 1986).

A análise de variância da variável lâmina de irrigação revelou que foram estatisticamente significativos os efeitos solo, manejo de irrigação e época de semeadura (ES) e as interações duplas solo x manejo, solo x ES, em nível de 1% de probabilidade de erro para todos os grupos de maturação, com exceção do grupo de maturação normal, no qual a interação solo x ES apresentou um nível de probabilidade de 5% (Apêndice D). Não houve interação significativa a 5% de probabilidade de erro na interação dupla manejo x ES e na tripla solo x manejo x ES.

A análise de variância da variável número de irrigações, revelou que foram estatisticamente significativos os efeitos solo, manejo e época de semeadura (ES) e as interações duplas solo x manejo, solo x ES, manejo x ES em nível de 1% de probabilidade de erro para todos os grupos de maturação (Apêndice E). Não houve interação significativa a 5% de probabilidade de erro na interação tripla solo x manejo x ES.

A lâmina de irrigação variou entre os grupos de solos para os três grupos de maturação do milho (Tabela 19). Em geral, a lâmina de irrigação apresentou menores valores para os solos Santa Maria, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, seguido do solo Vacacaí. Os solos Alto das Canas, Cambai, Charrua, Ciriaco Guassupi, Júlio de Castilhos, Oásis e São Gabriel apresentaram os maiores valores, que foram acima de 66 mm, indicando que os solos com proporções idênticas de areia, silte e argila, apresentam comportamento semelhante com relação à disponibilidade hídrica. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2008) para o cultivo do feijoeiro, em que os solos com textura semelhante não apresentaram diferenças de lâminas entre si.

Tabela 19 – Valores médios de lâmina de irrigação (mm) e do número de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre grupos de solos analisados na simulação do ciclo do milho nos grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

Grupos de Solo	Normal	Precoce	Superprecoce
Lâmina de irrigação (mm)			
Alcampi	70,2 a*	68,9 a	68,2 a
Chaci	71,9 a	71,2 a	70,2 a
Oagabri	68,8 a	67,4 a	66,6 a
Santama	55,0 c	54,7 c	53,6 c
Savence	54,5 c	54,5 c	54,2 c
Vacacaí	58,8 b	57,4 b	57,7 b
Número de irrigações			
Alcampi	3,4 b	3,3 b	3,3 b
Chaci	5,5 a	5,4 a	5,3 a
Oagabri	3,1 b	3,1 c	3,1 c
Santama	2,4 c	2,4 d	2,4 d
Savence	3,3 b	3,3 b	3,2 b
Vacacaí	2,2 d	2,2 e	2,1 e

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. (Alcampi = Alto das Canas e Cambai; Chaci = Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos; Oagabri = Oásis e São Gabriel; Santama = Santa Maria; Savence = São Pedro, Venda Grande e Cerrito ; Vacacai = Vacacai).

O número médio de dias com irrigação variou de 2,1 para o solo Vacacaí até 5,5 para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos (Tabela 19), sendo que estes solos possuem a menor capacidade de armazenamento de água (CAD). Em geral, para todos os grupos de maturação, a tendência foi de que para os solos que possuem maior CAD, o número de irrigações durante o ciclo de cultivo foi menor, pois a água disponível a planta nesses solos é maior.

As diferentes épocas de semeadura, proporcionaram condições meteorológicas distintas para as simulações do ciclo de desenvolvimento do milho. Houve diferença na lâmina de irrigação entre as épocas de semeadura (Tabela 20). Para as épocas de semeadura de 01/10, 15/10 e 01/11, em todos os grupos de maturação, obteve-se as maiores lâminas de irrigação. O menor volume de irrigação, para o grupo de maturação de ciclo normal, ocorreu na semeadura mais tardia (15/02), o qual não diferiu nas épocas 01/01, 15/01 e 01/02. Já o menor valor de lâmina para o ciclo precoce e superprecoce (35,7 e 37,3 mm, respectivamente)

também ocorreu em 15/02 e não diferiu entre as épocas 15/01 e 01/02. Os maiores valores de lâmina de irrigação ocorrem nestas semeaduras, porque o ciclo destas termina aproximadamente no final do mês de fevereiro. O milho é uma cultura de verão e as épocas de semeadura do ciclo de desenvolvimento do milho ocorrem durante o período do ano em que, no Rio Grande do Sul, a demanda atmosférica por vapor de água é alta. Isso ocorre em função das altas temperaturas e do alto déficit de saturação do ar, além de coincidir com os subperíodos em que a planta apresenta a maior exigência de água (MATZENAUER et al., 2002).

Tabela 20 – Comparação dos valores médios de lâmina de irrigação (mm), dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparadas entre épocas de semeadura (ES) na simulação do ciclo do milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Lâmina de irrigação		
	Normal	Precoce	Superprecoce
01/08	62,7 b*	59,1 d	56,5 c
15/08	64,0 b	61,5 d	59,8 c
01/09	64,6 b	63,8 e	62,3 b
15/09	65,8 b	64,8 e	64,6 b
01/10	75,6 a	75,1 a	73,2 a
15/10	76,8 a	74,9 a	74,0 a
01/11	76,0 a	73,6 a	73,1 a
15/11	63,0 b	67,3 e	63,4 b
01/12	65,3 b	66,6 e	66,6 b
15/12	60,9 b	60,9 d	62,7 b
01/01	53,7 c	54,9 c	54,2 c
15/01	43,3 c	41,3 b	42,8 d
01/02	31,6 c	35,8 f	40,1 d
15/02	30,7 c	35,7 f	37,3 d

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As épocas de semeadura apresentaram valores de número de irrigações diferentes estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade de erro (Apêndice E). Valores de número de irrigações para o ciclo normal, foram diferentes da época de semeadura 01/11 que apresentou o maior valor (Tabela 21). Analisando os valores

de lâmina de irrigação verifica-se que a diferença do número de irrigações varia em média de duas a 4,4 irrigações durante todo o ciclo, para todos os grupos de maturação. No mês de fevereiro são necessárias, em média, duas irrigações para qualquer grupo de maturação. Isso ocorre devido a menor evapotranspiração do cultivo necessária para suprir a demanda atmosférica (DALMAGO et al., 2003; STRECK et al., 2003; DALMAGO et al., 2006) que ocorre nesse período, necessitando menor lâmina de irrigação e consequentemente menor número de irrigações (FRIZZONE et al., 2005; SILVA, 2008).

Tabela 21 – Valores médios de número de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre épocas de semeadura (ES) na simulação do ciclo do para os grupos de maturação de milho normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Número de irrigações		
	Normal	Precoce	Superprecoce
01/08	3,2 c*	3,0 b	2,9 c
15/08	3,3 c	3,3 b	3,1 c
01/09	3,3 c	3,3 b	3,3 b
15/09	3,4 c	3,4 b	3,4 b
01/10	3,9 b	3,8 a	3,7 a
15/10	4,0 b	3,9 a	3,9 a
01/11	4,4 a	4,2 a	4,1 a
15/11	3,5 c	3,7 a	3,4 b
01/12	4,0 b	4,0 a	3,9 a
15/12	3,8 b	3,8 a	4,0 a
01/01	3,5 c	3,5 b	3,4 b
15/01	2,2 d	2,4 c	2,5 d
01/02	2,0 d	2,0 d	2,1 e
15/02	2,0 d	1,8 d	1,8 e

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O tipo de manejo utilizado na definição da lâmina de irrigação resultou em um total variável de 56,7 até 71,7 mm de irrigação necessária durante o ciclo de cultivo (Tabela 22). Independentemente do grupo de maturação, a maior lâmina foi sempre maior quando se utilizou o manejo 0,8, seguida dos manejos 0,7, 0,6 e 0,5, sendo que todos os manejos diferiram entre si. Comparando o manejo 0,5 com o manejo

0,8 verifica-se que é necessária aproximadamente 26% da lâmina para todos os grupos de maturação para alcançar o manejo de 0,8 durante um ciclo de cultivo.

Houve efeito significativo para o número de irrigações. Os valores ficaram entre 1,9 (Superpercoce) até 5,4 (Normal). Da mesma maneira que ocorreu com a lâmina de irrigação, o número de irrigações também diferiu entre todos os manejos. No manejo 0,8 são necessárias aproximadamente 170% a mais irrigações do que no manejo 0,5. Quanto maior a necessidade de número de irrigações de um cultivo, maiores serão os custos (BERNARDO et al., 2002). Desta maneira, em projetos de irrigação, buscando diminuir os custos, uma estratégia é aumentar a lâmina de irrigação, pois dependendo da taxa de infiltração da água no solo, a lâmina aplicada pode ser maior (BERNARDO et al., 2002; FRIZZONE et al., 2005).

Tabela 22 – Valores médios de lâmina de irrigação (mm) e número de irrigações, totalizados em cada período de cultivo e comparados entre manejos de irrigação na simulação para o ciclo dos grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

Manejo	Lâmina de irrigação (mm)			Número irrigação		
	Normal	Precoce	Superprecoce	Normal	Precoce	Superprecoce
0,5	56,7 d*	55,9 d	55,3 d	2,0 d	2,0 d	1,9 d
0,6	60,7 c	59,8 c	59,4 c	2,5 c	2,5 c	2,5 c
0,7	65,8 b	65,2 b	64,2 b	3,5 b	3,5 b	3,4 b
0,8	71,7 a	70,7 a	70,1 a	5,4 a	5,4 a	5,3 a

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A interação foi significativa para a combinação solo x manejo de irrigação para ambas as variáveis (lâmina de irrigação e número de irrigações), indicando que a análise estatística para a comparação de médias das duas variáveis deve ser desdobrada dentro de cada fator (Tabelas 23 e 24). A lâmina média de irrigação total no ciclo, sempre foi maior nos solos Alto das Canas, Cambaí, Charrua, Ciríaco, Guassupi, Júlio de Castilhos, Oásis e São Gabriel, em todos os grupos de maturação do milho (Tabela 23). Analisando o manejo 0,7 e 0,8 em todos os grupos de maturação se observa a formação de dois grupos de solos com textura mais argilosa (Alto das Canas, Cambaí, Charrua, Ciríaco, Guassupi, Júlio de Castilhos, Oásis e São Gabriel) e os solos com textura mais arenosa (Santa Maria, São Pedro, Venda Grande, Cerrito e Vacacai).

Tabela 23 – Valores médios de lâmina de irrigação (mm), totalizados em cada período de cultivo, comparados entre grupos de solo para quatro manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho nos grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

Solo	Manejo de irrigação			
	0,5	0,6	0,7	0,8
Ciclo Normal				
Alcampi	58,6 a*	64,5 a	72,6 a	81,1 a
Chaci	60,0 a	67,0 a	75,1 a	83,6 a
Oagabri	58,6 a	62,0 a	71,3 a	79,6 a
Santama	54,7 a	54,9 b	53,7 b	56,4 b
Savence	48,0 b	50,8 b	54,9 b	61,7 b
Vacacaí	58,4 a	60,2 a	58,6 b	58,3 b
Ciclo Precoce				
Alcampi	57,6 a	62,9 a	71,8 a	79,5 a
Chaci	59,5 a	66,3 a	74,5 a	82,2 a
Oagabri	57,8 a	61,4 a	70,1 a	76,8 a
Santama	54,2 a	53,5 b	52,9 b	57,1 b
Savence	47,7 b	50,8 b	55,7 b	61,2 b
Vacacaí	55,2 a	58,7 a	57,0 b	57,9 b
Ciclo Superprecoce				
Alcampi	56,0 a	62,8 a	71,2 a	79,0 a
Chaci	58,8 a	65,5 a	72,9 a	81,3 a
Oagabri	56,4 a	60,9 a	68,9 a	76,7 a
Santama	53,1 a	52,0 b	52,4 b	56,0 b
Savence	47,5 b	51,2 b	55,4 b	60,0 b
Vacacaí	58,6 a	58,8 a	55,7 b	58,4 b

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. (Alcampi = Alto das Canas e Cambaí; Chaci = Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos; Oagabri = Oásis e São Gabriel; Santama = Santa Maria; Savence = São Pedro, Venda Grande e Cerrito ; Vacacai = Vacacai).

Nos solos com textura arenosa a precipitação efetiva é maior (SAMPAIO et al., 2000; FRIZZONE et al., 2005), e como a precipitação no Rio Grande do Sul é regularmente distribuída (BERLATO, 1992) e não varia muito entre os anos (BURIOL et al., 2006), então a precipitação efetiva tem uma grande contribuição na necessidade de irrigação durante o período de cultivo do milho. O solo Vacacaí foi o que apresentou menor número de irrigações no manejo 0,7 e 0,8, mas nos manejos 0,5 e 0,6 não diferiu dos solos com maior lâmina de irrigação. A hipótese para explicar o aumento da lâmina para o solo Vacacaí no manejo 0,5 é a necessidade de

uma maior lâmina para reposição. Por isso a lâmina é elevada, mas o número de irrigações é menor que nos outros solos (Tabela 24). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2008).

Tabela 24 – Valores médios de número de irrigações em cada período de cultivo comparados entre grupos de solos para quatro manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho nos grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

Grupos de solo	Manejo de irrigação			
	0,5	0,6	0,7	0,8
Ciclo Normal				
Alcampi	1,8 b*	2,3 b	3,3 b	5,4 b
Chaci	2,9 a	3,9 a	5,7 a	8,9 a
Oagabri	1,6 b	2,1 b	3,2 b	5,1 b
Santama	1,5 b	1,8 c	2,2 c	3,4 c
Savence	1,8 b	2,3 b	3,2 b	5,2 b
Vacacaí	1,4 b	1,7 c	2,1 c	2,9 d
Ciclo Precoce				
Alcampi	1,7 b	2,3 b	3,3 b	5,3 b
Chaci	2,8 a	3,9 a	5,6 a	8,7 a
Oagabri	1,6 b	2,1 b	3,1 b	4,9 b
Santama	1,5 b	1,7 c	2,2 c	3,4 c
Savence	1,8 b	2,3 b	3,2 b	5,1 b
Vacacaí	1,3 b	1,6 c	2,0 c	2,9 d
Ciclo Superprecoce				
Alcampi	1,7 b	2,3 b	3,3 b	5,3 b
Chaci	2,8 a	3,8 a	5,5 a	8,6 a
Oagabri	1,6 b	2,1 b	3,1 b	4,9 b
Santama	1,4 b	1,7 c	2,2 c	3,4 c
Savence	1,8 b	2,3 b	3,2 b	5,0 b
Vacacaí	1,4 b	1,6 c	1,9 c	2,9 d

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. (Alcampi = Alto das Canas e Cambaí; Chaci = Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos; Oagabri = Oásis e São Gabriel; Santama = Santa Maria; Savence = São Pedro, Venda Grande e Cerrito; Vacacai = Vacacai).

O número de irrigações variou entre os manejos utilizados. O número de dias com irrigação no grupo de maturação normal variou de 1,4 até 8,9 dias por ciclo (Tabela 24). O número de irrigações foi maior em todos os manejos de irrigação nos solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos que diferiram estatisticamente em nível de 5% dos demais solos. Em todos os manejos, o solo Vacacaí apresentou

menor número de irrigações, sendo que no manejo 0,8 diferiu de todos os demais solos. Solos com menor CAD, alcançaram mais rapidamente o limite mínimo de água disponível que deve ser mantida pelos manejos de irrigação, independente do grupo de maturação do milho.

Houve interação entre os grupos de solos e as ES para a variável lâmina de irrigação e número de irrigações (Apêndice D). Nas tabelas 25, 26 e 27 são apresentados a lâmina de irrigação com a ES e os grupos de solos, para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce. Em geral, as ES 01/10, 15/10 e 01/11 apresentaram os maiores valores de lâmina de irrigação para todos os grupos de maturação. Os menores valores ocorreram nas ES de fevereiro, devido à menor evapotranspiração do milho.

Tabela 25 – Valores médios de lâmina de irrigação (mm), dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, entre épocas de semeadura (ES) para os grupos de solos, analisados na simulação do ciclo do milho para os grupos de maturação normal, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Grupos de solos					
	Alcampi	Chaci	Oagabri	Santama	Savence	Vacacai
01/08	70,0 b*	70,8 c	66,0 b	51,1 a	52,6 a	54,9 a
15/08	67,9 b	75,8 b	66,5 b	54,2 a	52,3 a	59,3 a
01/09	70,3 b	79,4 b	69,3 b	51,3 a	54,4 a	50,7 a
15/09	71,5 b	80,1 b	70,8 b	52,0 a	55,9 a	52,9 a
01/10	83,5 a	91,5 a	81,6 a	59,5 a	63,2 a	64,9 a
15/10	85,6 a	91,3 a	81,5 a	63,1 a	64,6 a	64,9 a
01/11	83,8 a	90,7 a	80,4 a	62,6 a	65,3 a	65,8 a
15/11	64,4 b	70,6 c	62,1 b	58,9 a	52,3 a	65,6 a
01/12	69,7 b	74,2 b	68,5 b	54,8 a	54,0 a	64,4 a
15/12	64,6 b	63,4 c	65,0 b	57,5 a	52,6 a	58,3 a
01/01	61,2 b	53,7 d	60,1 b	47,0 a	46,6 a	47,3 a
15/01	46,8 c	42,7 e	46,1 c	39,3 b	36,0 b	53,4 c
01/02	32,0 d	33,3 f	33,0 c	31,0 b	26,7 b	33,3 b
15/02	35,2 d	28,1 f	35,6 c	26,9 b	31,2 b	31,0 b

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. (Alcampi = Alto das Canas e Cambaí; Chaci = Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos; Oagabri = Oásis e São Gabriel; Santama = Santa Maria; Savence = São Pedro, Venda Grande e Cerrito; Vacacai = Vacacai).

Tabela 26 – Valores médios de lâmina de irrigação (mm), dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos analisados por simulação do ciclo do milho no grupo de maturação precoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Grupos de solos					
	Alcampi	Chaci	Oagabri	Santama	Savence	Vacacai
01/08	63,3 b*	67,1 c	60,3 b	49,5 a	50,2 b	54,9 b
15/08	65,0 b	71,8 c	65,1 b	51,5 a	51,9 b	52,8 b
01/09	70,4 b	77,3 b	67,1 b	52,3 a	52,5 b	51,7 b
15/09	70,5 b	80,3 b	67,5 b	50,5 a	55,7 b	53,4 b
01/10	82,8 a	91,4 a	82,3 a	59,1 a	64,1 a	60,9 a
15/10	80,6 a	89,3 a	80,3 a	61,5 a	63,0 a	65,0 a
01/11	80,4 a	89,5 a	77,7 a	60,9 a	63,8 a	60,8 a
15/11	70,9 b	71,1 c	67,0 b	64,9 a	57,0 b	71,8 a
01/12	68,5 b	74,1 b	68,7 b	59,5 a	57,8 b	65,5 a
15/12	65,0 b	65,4 c	65,4 b	54,4 a	53,8 b	55,4 b
01/01	63,8 b	54,8 d	61,2 b	48,1 a	47,3 b	48,2 b
15/01	44,1 c	43,6 e	44,2 c	36,6 b	34,3 c	41,2 b
01/02	36,2 c	33,8 f	39,2 c	38,6 b	31,1 c	48,3 b
15/02	37,4 c	30,2 f	39,8 c	37,8 b	33,7 c	48,6 b

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. (Alcampi = Alto das Canas e Cambaí; Chaci = Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos; Oagabri = Oásis e São Gabriel; Santama = Santa Maria; Savence = São Pedro, Venda Grande e Cerrito; Vacacai = Vacacai).

No grupo de maturação normal, na média para todos os tipos de solo e épocas de semeadura existe uma necessidade mínima de 26,9 mm para que não ocorra deficiência para o cultivo no solo Santa Maria (Tabela 25). Apesar da distribuição da precipitação normal no Rio Grande do Sul ter distribuição uniforme durante as estações do ano, ocorrem períodos aleatórios entre anos e geralmente curtos com deficiências hídricas suficientes para causar perdas para o cultivo do milho (NIED et al., 2005; BERGAMASCHI et al., 2006).

O número de irrigações de acordo com as ES e os grupos de solos para os grupos de maturação do milho normal, precoce e superprecoce estão apresentadas nas tabelas 28, 29 e 30. Comparando o número de irrigações em todos os grupos de maturação, o grupo de maturação normal apresenta em média os maiores valores para todos os solos e épocas de semeadura. Isso se deve ao fato que a duração de seu ciclo é maior do que os demais grupos de maturação. O solo Vacacai não

apresentou diferença significativa em nível de 5% em todos os grupos de maturação do milho. No solo Santa Maria nas semeaduras mais tardias após 15/01, apresenta os menores valores médios de número de irrigações em todos os grupos de maturação e difere das demais épocas de semeadura. Nesse solo, e nos plantios tardios são necessárias menos de duas irrigações para suprir as necessidades hídricas, da mesma forma que ocorre para os solos Oásis e São Gabriel, para as ES de fevereiro e para todos os grupos de maturação do milho. Os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos apresentam maior necessidade de irrigação em todos os grupos de maturação. No grupo de maturação normal para estes solos os valores variaram de 2,4 dias (15/02) até 7,3 dias (01/11), sendo esta grande variação devida a baixa CAD destes solos, o que exige reposição mais freqüente, mas em menor quantidade de água por irrigação.

Tabela 27 – Valores médios de lâmina de irrigação (mm), dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparadas entre épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos, analisados por simulação do ciclo do milho no grupo de maturação superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Grupos de solos					
	Alcampi	Chaci	Oagabri	Santama	Savence	Vacacai
01/08	58,8 b*	62,9 b	57,3 b	51,4 a	49,6 b	50,4 b
15/08	64,6 b	70,6 b	64,3 b	47,3 a	49,8 b	49,0 b
01/09	66,6 b	75,3 b	64,7 b	51,3 a	53,5 b	51,1 b
15/09	72,0 b	78,0 b	68,9 b	51,1 a	54,4 b	51,4 b
01/10	81,3 a	87,6 a	79,7 a	57,4 a	63,4 a	60,6 a
15/10	81,5 a	89,9 a	78,9 a	60,8 a	62,5 a	60,9 a
01/11	78,3 a	89,1 a	76,9 a	58,8 a	62,8 a	64,0 a
15/11	65,5 b	69,0 b	63,1 b	58,0 a	53,7 b	68,2 a
01/12	70,1 b	72,9 b	68,1 b	59,8 a	57,5 a	66,4 a
15/12	66,5 b	68,4 b	66,4 b	54,2 a	54,8 b	60,3 a
01/01	60,4 b	53,8 c	59,7 b	47,3 a	46,8 b	54,0 b
15/01	48,0 c	45,4 c	46,2 c	37,3 b	36,4 c	34,7 b
01/02	43,5 c	34,7 d	39,5 c	43,1 b	33,7 c	66,8 a
15/02	40,1 c	28,7 d	34,2 c	27,5 b	32,7 c	67,1 a

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. (Alcampi = Alto das Canas e Cambaí; Chaci = Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos; Oagabri = Oásis e São Gabriel; Santama = Santa Maria; Savence = São Pedro, Venda Grande e Cerrito; Vacacai = Vacacai).

Tabela 28 – Valores médios de números de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação normal, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Grupos de solos					
	Alcampi	Chaci	Oagabri	Santama	Savence	Vacacai
01/08	3,0 b*	5,0 d	2,8 b	2,0 a	2,9 b	1,9 ^{*ns}
15/08	3,0 b	5,4 c	2,9 b	2,2 a	3,0 b	2,1
01/09	3,2 b	5,7 c	3,0 b	2,1 a	3,0 b	1,8
15/09	3,2 b	5,7 c	3,0 b	2,2 a	3,2 b	2,0
01/10	3,8 a	6,6 b	3,5 a	2,4 a	3,6 a	2,3
15/10	3,9 a	6,7 b	3,6 a	2,7 a	3,7 a	2,4
01/11	4,3 a	7,3 a	3,9 a	2,9 a	4,2 a	2,6
15/11	2,9 b	5,3 c	2,8 b	2,6 a	3,1 b	2,5
01/12	3,9 a	6,3 b	3,5 a	2,6 a	3,5 a	2,6
15/12	3,6 a	5,4 c	3,4 a	2,9 a	3,6 a	2,5
01/01	3,6 a	4,5 d	3,2 a	2,6 a	3,4 a	2,3
15/01	1,9 c	3,2 c	1,9 c	1,4 b	2,0 c	1,4
01/02	1,6 c	2,8 c	1,6 c	1,4 b	1,8 c	1,3
15/02	1,7 c	2,4 c	1,7 c	1,2 b	1,9 c	1,3

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. (Alcampi = Alto das Canas e Cambaí; Chaci = Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos; Oagabri = Oásis e São Gabriel; Santama = Santa Maria; Savence = São Pedro, Venda Grande e Cerrito; Vacacai = Vacacai). ^{*ns} Não significativo.

Tabela 29 – Valores médios de números de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação precoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Grupos de solos					
	Alcampi	Chaci	Oagabri	Santama	Savence	Vacacai
01/08	2,8 b*	4,7 d	2,6 b	2,0 a	2,8 b	1,9 ^{*ns}
15/08	3,0 b	5,2 c	2,9 b	2,2 a	3,0 b	2,0
01/09	3,1 b	5,5 c	2,9 b	2,1 a	2,9 b	1,8
15/09	3,2 b	5,7 c	2,9 b	2,1 a	3,2 b	2,0
01/10	3,6 a	6,5 b	3,5 a	2,4 a	3,6 a	2,1
15/10	3,7 a	6,5 b	3,5 a	2,6 a	3,6 a	2,3
01/11	4,0 a	7,1 a	3,7 a	2,8 a	4,0 a	2,6
15/11	3,3 b	5,3 c	3,0 b	2,8 a	3,3 b	2,6
01/12	3,6 a	6,2 b	3,4 a	2,8 a	3,7 a	2,5
15/12	3,7 a	5,6 c	3,5 a	2,7 a	3,7 a	2,4
01/01	3,7 a	4,6 d	3,2 a	2,6 a	3,4 b	2,3
15/01	2,1 c	3,4 e	2,1 c	1,6 b	2,1 c	1,5
01/02	1,8 c	2,7 f	1,6 c	1,4 b	1,9 c	1,4
15/02	1,7 c	2,3 f	1,4 c	1,2 b	1,7 c	1,1

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. (Alcampi = Alto das Canas e Cambaí; Chaci = Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos; Oagabri = Oásis e São Gabriel; Santama = Santa Maria; Savence = São Pedro, Venda Grande e Cerrito; Vacacai = Vacacai). ^{*ns} Não significativo.

Tabela 30 – Valores médios de números de irrigações, dos manejos de irrigação totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes grupos de solos, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Grupos de solos					
	Alcampi	Chaci	Oagabri	Santama	Savence	Vacacai
01/08	2,5 c*	4,5 d	2,5 b	2,1 a	2,7 c	1,8 ^{*ns}
15/08	2,9 b	5,0 c	2,8 a	2,0 b	2,9 b	1,8
01/09	3,0 b	5,4 c	2,9 a	2,2 a	3,0 b	1,8
15/09	3,2 b	5,6 b	3,0 a	2,2 a	3,1 b	1,9
01/10	3,5 a	6,2 b	3,4 a	2,3 a	3,5 a	2,1
15/10	3,8 a	6,5 a	3,5 a	2,6 a	3,6 a	2,2
01/11	3,9 a	6,9 a	3,6 a	2,7 a	3,9 a	2,6
15/11	3,0 b	5,1 c	2,8 a	2,6 a	3,1 b	2,1
01/12	3,7 a	6,0 b	3,4 a	2,7 a	3,7 a	2,5
15/12	3,9 a	5,8 b	3,6 a	2,7 a	3,7 a	2,6
01/01	3,4 b	4,5 d	3,1 a	2,5 a	3,3 b	2,2
15/01	2,4 c	3,6 e	2,2 b	1,7 b	2,3 c	1,5
01/02	1,9 c	2,6 f	1,6 c	1,7 b	2,0 c	1,6
15/02	1,8 c	2,3 f	1,5 c	1,2 b	1,9 c	1,1

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. (Alcampi = Alto das Canas e Cambaí; Chaci = Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos; Oagabri = Oásis e São Gabriel; Santama = Santa Maria; Savence = São Pedro, Venda Grande e Cerrito; Vacacai = Vacacai). ^{*ns} Não significativo.

Para todos os grupos de maturação e grupos de solo o maior número de irrigações ocorreu na ES 01/11 (Tabelas 28, 29 e 30). Para os grupos de maturação normal e precoce e para a maioria dos solos, o número de irrigações apresentou a tendência de ser menor para a ES de 15/11 do que para as ES imediatamente posteriores e, principalmente, anteriores a esta ES. Isso foi constatado principalmente para os grupos de solos com as menores CADs, inclusive para os solos Alto das Canas, Cambaí, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos para os genótipos de milho superprecoce.

A análise de variância resultou em efeito significativo da interação ES x manejo de irrigação para a variável número de irrigações. Para a variável lâmina de irrigação esta interação não foi significativa. Assim, a análise foi desdobrada dentro de cada fator para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, sendo os resultados apresentados nas tabelas 31, 32 e 33, respectivamente. O número de

irrigações foi significativamente maior na ES 01/11 em todos os grupos de maturação e manejos de irrigação. Para o manejo 0,5 não houve diferença significativa entre as épocas de semeadura. Os manejos 0,6 e 0,7 com semeaduras a partir de 15/01 apresentaram os menores valores e estes diferiram das demais épocas de semeadura. No manejo de irrigação 0,8 apresentam-se os maiores valores sendo que na semeadura de 01/11 o número de irrigações é o maior, alcançando entorno de sete irrigações para os três grupos de maturação do milho. Verifica-se também que para o manejo de irrigação 0,8 ocorreram grandes diferenças de número de irrigações entre épocas e mais uma vez se confirmou que o número de irrigações no ciclo quando a semeadura ocorre em 15/11 é menor do que nas épocas de outubro, de 01/11 e de dezembro, quando se usam manejos de irrigação 0,7 e 0,8, para qualquer grupo de maturação.

Tabela 31 – Valores médios de números de irrigações, totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação normal, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Manejos de irrigação			
	0,5	0,6	0,7	0,8
01/08	1,8 ^{*ns}	2,3 a*	3,1 b	4,7 c
15/08	1,9	2,3 a	3,3 b	5,1 c
01/09	1,8	2,4 a	3,3 b	5,3 c
15/09	1,9	2,4 a	3,4 b	5,4 c
01/10	2,1	2,8 a	4,0 a	6,2 b
15/10	2,1	2,9 a	4,1 a	6,3 b
01/11	2,2	3,1 a	4,5 a	7,1 a
15/11	2,0	2,6 a	3,3 b	5,2 c
01/12	2,2	2,8 a	3,9 a	6,2 b
15/12	2,1	2,7 a	3,8 a	5,8 b
01/01	2,0	2,6 a	3,4 b	5,1 c
15/01	1,3	1,5 b	2,1 c	3,2 d
01/02	1,2	1,4 b	1,9 c	2,7 e
15/02	1,2	1,3 b	1,8 c	2,6 e

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, ^{*ns} Não significativo.

Tabela 32 – Valores médios de números de irrigações, totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação precoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Manejos de irrigação			
	0,5	0,6	0,7	0,8
01/08	1,7 ^{*ns}	2,2 a*	3,0 b	4,6 d
15/08	1,9	2,3 a	3,3 b	5,1 c
01/09	1,8	2,4 a	3,2 b	5,1 c
15/09	1,9	2,3 a	3,4 b	5,4 c
01/10	2,0	2,7 a	3,9 a	6,2 b
15/10	2,1	2,8 a	4,0 a	6,1 b
01/11	2,2	2,9 a	4,3 a	6,8 a
15/11	2,2	2,6 a	3,6 b	5,4 c
01/12	2,2	2,9 a	3,9 a	6,0 b
15/12	2,1	2,7 a	3,9 a	5,9 b
01/01	2,0	2,6 a	3,4 b	5,2 c
15/01	1,4	1,7 b	2,3 c	3,4 e
01/02	1,2	1,4 b	1,9 c	2,9 e
15/02	1,2	1,3 b	1,6 c	2,3 f

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, ^{*ns} Não significativo.

Tabela 33 – Valores médios de números de irrigações, totalizados em cada período de cultivo, comparados entre de épocas de semeadura (ES) para diferentes manejos de irrigação, analisados na simulação do ciclo do milho no grupo de maturação superprecoce, durante o período de 1968 a 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	Manejos de irrigação			
	0,5	0,6	0,7	0,8
01/08	1,7 ^{*ns}	2,1 a*	2,9 b	4,4 d
15/08	1,8	2,3 a	3,1 b	4,8 d
01/09	1,9	2,3 a	3,2 b	5,1 c
15/09	1,9	2,4 a	3,4 b	5,3 c
01/10	2,0	2,6 a	3,7 a	6,0 b
15/10	2,0	2,8 a	3,9 a	6,2 b
01/11	2,2	2,9 a	4,1 a	6,6 a
15/11	2,0	2,4 a	3,3 b	5,1 c
01/12	2,2	2,7 a	3,8 a	6,0 b
15/12	2,2	2,8 a	3,9 a	5,9 b
01/01	1,8	2,5 a	3,4 b	5,0 c
15/01	1,5	1,8 b	2,3 c	3,6 e
01/02	1,2	1,5 b	2,0 c	2,8 f
15/02	1,2	1,3 b	1,6 c	2,4 f

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, ^{*ns} Não significativo.

4.3. Lâmina e Número de Irrigações: Análise de distribuição

A seguir, serão apresentadas a análise de distribuição de probabilidades e os resultados do cálculo da lâmina de irrigação e do número de irrigações para vários níveis de probabilidade. Conhecendo a função de distribuição mais adequada, pode-se através da probabilidade aceitar um nível de risco. Desta maneira, pode-se calcular o risco da necessidade de irrigação ser maior ou menor. Indicando as melhores épocas para os cultivos ou o dimensionamento de sistemas de irrigação, para as condições com maior deficiência hídrica, justamente quando ocorrem as maiores necessidades de irrigação.

O número de funções de distribuição de probabilidade testadas para a variável lâmina de irrigação ou número de irrigações resultou da combinação dos seis grupos de solos, com as 14 ES, quatro manejos de irrigação e cinco fdps, totalizando 1680 fdps para cada grupo de maturação do milho, como são três grupos o total foi de 5040 fdps para cada variável. Verificou-se que 2700 fdps apresentaram ajuste significativo para a lâmina de irrigação e 2135 fdps para o número de irrigações.

As distribuições que apresentaram as melhores aderências para a lâmina de irrigação do grupo de maturação normal foram, distribuição lognormal (25%), gamma (23%), Weibull (21%), normal (19%) e exponencial (12%), sendo semelhantes para os demais grupos de maturação. Com relação ao número de irrigações, as fdps que apresentaram ajuste estatisticamente significativo para o grupo de maturação normal foram lognormal (31%), Weibull (28%), gamma (24%) e normal (12%). Embora, a distribuição exponencial adaptou-se em 5% dos dados, não foi utilizada por não ser apropriada para a determinação do número de irrigações. Também verificou-se que para os demais grupos de maturação a frequência foi semelhante.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 19, os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos foram semelhantes aos solos Alto das Canas, Cambaí, Oásis e São Gabriel. Os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito foram semelhantes aos solos Vacacaí e Santa Maria. Desta forma optou-se pela apresentação destes solos de forma agrupada pela proximidade dos valores da lâmina de irrigação e do número de irrigações para o grupo de maturação normal.

Tabela 34 – Funções de distribuição de probabilidades (fdp), exponencial (Expontl), gamma, Weibull, lognormal (Lnormal) e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	3,9473	0,5178	15/Nov	0,5	Expontl	57,6553	-
	0,6	Weibull	77,3274	2,2881		0,6	Lnormal	4,0080	0,5966
	0,7	Gamma	22,4049	3,2760		0,7	Weibull	83,0684	1,9292
	0,8	Weibull	90,2042	1,8427		0,8	Weibull	95,8416	2,0515
15/Ago	0,5	Lnormal	3,9879	0,5280	01/Dez	0,5	Weibull	63,7003	1,8815
	0,6	Lnormal	4,1201	0,5204		0,6	Weibull	76,5910	1,8535
	0,7	Weibull	91,2247	2,5100		0,7	Weibull	88,4527	2,0099
	0,8	Gamma	15,9522	5,7145		0,8	Gamma	21,1560	4,4254
01/Set	0,5	Lnormal	4,0668	0,4442	15/Dez	0,5	Expontl	52,4773	-
	0,6	Gamma	13,8418	5,3056		0,6	Weibull	62,2381	1,5179
	0,7	Gamma	16,5878	5,1989		0,7	Weibull	75,2904	1,7235
	0,8	Normal	92,8046	41,8427		0,8	Weibull	86,4936	1,7567
15/Set	0,5	Gamma	13,2984	4,9393	01/Jan	0,5	Gamma	11,9245	4,1608
	0,6	Gamma	12,6945	5,8390		0,6	Weibull	58,0888	1,8678
	0,7	Gamma	18,7300	4,5468		0,7	Weibull	58,4957	1,4574
	0,8	Weibull	105,4211	2,3843		0,8	Weibull	65,4509	1,5134
01/Out	0,5	Lnormal	4,1595	0,5111	15/Jan	0,5	Lnormal	3,5027	0,4408
	0,6	Gamma	18,2653	4,7793		0,6	Lnormal	3,5005	0,5620
	0,7	Normal	98,4369	41,4579		0,7	Weibull	49,3206	1,9531
	0,8	Normal	107,3118	48,7198		0,8	Weibull	55,9856	1,9326
15/Out	0,5	Weibull	83,5650	2,2053	01/Fev	0,5	Weibull	33,3612	2,8553
	0,6	Gamma	18,8870	4,4748		0,6	Lnormal	3,2403	0,5146
	0,7	Normal	96,5495	43,2202		0,7	Weibull	39,0152	2,1185
	0,8	Normal	108,2683	49,1574		0,8	Weibull	42,5761	1,8611
01/Nov	0,5	Lnormal	4,1927	0,4548	15/Fev	0,5	Lnormal	3,4125	0,3624
	0,6	Lnormal	4,3088	0,5179		0,6	Weibull	31,9823	1,9116
	0,7	Weibull	107,8631	2,3507		0,7	Weibull	29,7827	1,5628
	0,8	Normal	107,9518	47,5502		0,8	Weibull	30,9869	1,4194

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão; a fdp Expontl utilizada o parâmetro escalar.

As fdps ajustadas para os demais grupos de maturação e grupos de solo para a lâmina de irrigação e o número de irrigações estão apresentados nos apêndices (Apêndices F até AL). Na Tabela 34 são apresentadas as fdps e seus parâmetros para a lâmina de irrigação nos solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos

e na Tabela 35 para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito. Quando mais de uma fdp apresentou ajuste, optou-se pela fdp com maior nível de significância pelo teste do qui-quadrado.

Tabela 35 – Funções de distribuição de probabilidades (fdp) Weibull, gamma, lognormal (Lnormal) e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Normal	50,0058	29,6760	15/Nov	0,5	Lnormal	3,8916	0,5181
	0,6	Normal	51,5720	29,2127		0,6	Lnormal	3,7398	0,6409
	0,7	Lnormal	3,6934	0,6872		0,7	Lnormal	3,6207	0,7245
	0,8	Weibull	63,6679	1,5564		0,8	Lnormal	3,6687	0,8464
15/Ago	0,5	Lnormal	3,6434	0,4236	01/Dez	0,5	Lnormal	3,7816	0,5516
	0,6	Lnormal	3,7655	0,5439		0,6	Weibull	54,6316	1,5435
	0,7	Lnormal	3,7746	0,6744		0,7	Lnormal	3,7606	0,7282
	0,8	Lnormal	3,8686	0,7388		0,8	Lnormal	3,8233	0,7743
01/Set	0,5	Lnormal	3,7000	0,4209	15/Dez	0,5	Gamma	10,0300	4,5416
	0,6	Lnormal	3,7905	0,5348		0,6	Lnormal	3,6776	0,6411
	0,7	Lnormal	3,8412	0,5860		0,7	Gamma	26,0701	2,0531
	0,8	Lnormal	4,0016	0,6089		0,8	Weibull	66,2371	1,4821
15/Set	0,5	Lnormal	3,7718	0,4701	01/Jan	0,5	Lnormal	3,5784	0,4461
	0,6	Lnormal	3,7666	0,5534		0,6	Gamma	10,0901	4,4306
	0,7	Lnormal	3,8753	0,5781		0,7	Weibull	54,9359	2,0121
	0,8	Lnormal	4,0283	0,5867		0,8	Weibull	56,8579	1,6357
01/Out	0,5	Lnormal	3,7750	0,5637	15/Jan	0,5	Lnormal	3,4652	0,1393
	0,6	Lnormal	3,8519	0,6355		0,6	Lnormal	3,4784	0,3751
	0,7	Lnormal	3,9836	0,6255		0,7	Gamma	8,8438	4,2599
	0,8	Lnormal	4,2257	0,4981		0,8	Weibull	42,1692	1,7864
15/Out	0,5	Gamma	18,6044	2,7555	01/Fev	0,5	Gamma	6,5438	4,1569
	0,6	Weibull	66,5862	1,6822		0,6	Weibull	32,2769	2,6640
	0,7	Lnormal	4,0414	0,5828		0,7	Lnormal	3,0272	0,4971
	0,8	Lnormal	4,2240	0,5325		0,8	Lnormal	3,1434	0,6040
01/Nov	0,5	Lnormal	3,8515	0,5679	15/Fev	0,5	Gamma	2,1599	11,3209
	0,6	Lnormal	3,8270	0,6606		0,6	Gamma	2,3099	12,4108
	0,7	Gamma	21,8719	3,1041		0,7	Lnormal	3,4614	0,4645
	0,8	Lnormal	4,1947	0,6253		0,8	Normal	32,0133	17,8289

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão.

As funções de distribuição de probabilidades e seus parâmetros para a variável número de irrigações para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos são apresentadas na Tabela 36 e para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito na Tabela 37.

Tabela 36 – Funções de distribuição de probabilidades (fdp), gamma, Weibull, lognormal (Lnormal) e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,8272	0,5362	15/Nov	0,5	Lnormal	0,8051	0,6118
	0,6	Weibull	4,2241	2,2990		0,6	Gamma	1,1288	3,2976
	0,7	Gamma	1,6142	3,1645		0,7	Weibull	6,1790	1,9085
	0,8	Normal	7,9744	4,3679		0,8	Weibull	10,0284	1,9725
15/Ago	0,5	Gamma	0,6272	4,4292	01/Dez	0,5	Gamma	0,9077	3,3355
	0,6	Lnormal	1,2192	0,5187		0,6	Weibull	4,9945	1,8719
	0,7	Gamma	1,1294	5,0972		0,7	Normal	6,6316	3,3726
	0,8	Gamma	1,6705	5,5494		0,8	Gamma	2,4843	4,4172
01/Set	0,5	Lnormal	0,9639	0,4585	15/Dez	0,5	Weibull	3,1273	1,5795
	0,6	Gamma	0,7584	5,3811		0,6	Weibull	4,0135	1,4625
	0,7	Gamma	1,2330	4,9979		0,7	Weibull	6,2552	1,6668
	0,8	Normal	9,3590	4,2827		0,8	Weibull	10,2826	1,6757
15/Set	0,5	Lnormal	0,9653	0,4998	01/Jan	0,5	Weibull	2,9819	1,6876
	0,6	Gamma	0,7339	5,5607		0,6	Weibull	3,7032	1,5462
	0,7	Gamma	1,4423	4,2149		0,7	Weibull	4,8254	1,3393
	0,8	Weibull	10,7376	2,2563		0,8	Weibull	7,5847	1,3992
01/Out	0,5	Lnormal	1,0690	0,5178	15/Jan	0,5	Lnormal	0,4074	0,4392
	0,6	Gamma	1,1235	4,3801		0,6	Gamma	0,6264	3,4998
	0,7	Weibull	7,9779	2,3873		0,7	Weibull	3,6277	1,9371
	0,8	Normal	10,8500	5,0766		0,8	Weibull	5,9125	1,9542
15/Out	0,5	Normal	3,4167	1,6626	01/Fev	0,5	Weibull	1,6030	3,2284
	0,6	Gamma	1,0627	4,5566		0,6	Weibull	2,0206	2,2716
	0,7	Normal	7,0513	3,0344		0,7	Weibull	3,0894	2,2216
	0,8	Normal	11,0500	4,8567		0,8	Weibull	4,8347	1,8344
01/Nov	0,5	Weibull	4,2129	2,4674	15/Fev	0,5	Weibull	1,6787	3,4615
	0,6	Gamma	1,1677	4,4846		0,6	Weibull	1,9353	2,0550
	0,7	Normal	7,6667	3,3587		0,7	Weibull	2,4186	1,6455
	0,8	Normal	12,2750	5,1689		0,8	Lnormal	0,9299	0,7074

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão.

Tabela 37 – Funções de distribuição de probabilidades (fdp), gamma, Weibull, lognormal (Lnormal) e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,4440	0,4687	15/Nov	0,5	Weibull	2,2714	1,9018
	0,6	Lnormal	0,6488	0,4986		0,6	Weibull	2,5516	1,4698
	0,7	Weibull	3,0662	1,5695		0,7	Lnormal	0,7271	0,7624
	0,8	Weibull	4,9471	1,5770		0,8	Lnormal	1,1398	0,8655
15/Ago	0,5	Lnormal	0,2542	0,4398	01/Dez	0,5	Lnormal	0,5482	0,5771
	0,6	Weibull	2,4289	1,7882		0,6	Weibull	2,6428	1,5464
	0,7	Gamma	1,0531	2,7913		0,7	Weibull	3,8857	1,5441
	0,8	Lnormal	1,3503	0,6670		0,8	Lnormal	1,4219	0,7926
01/Set	0,5	Lnormal	0,3260	0,4390	15/Dez	0,5	Weibull	2,2700	2,2183
	0,6	Weibull	2,4576	1,8831		0,6	Weibull	2,7713	1,6627
	0,7	Gamma	0,9443	3,1466		0,7	Weibull	3,8900	1,4301
	0,8	Gamma	1,6023	3,1562		0,8	Weibull	6,1410	1,3348
15/Set	0,5	Lnormal	0,3942	0,4902	01/Jan	0,5	Lnormal	0,4970	0,5556
	0,6	Weibull	2,4742	1,7201		0,6	Lnormal	0,7405	0,5801
	0,7	Lnormal	0,9596	0,6073		0,7	Weibull	3,7955	1,5613
	0,8	Lnormal	1,4835	0,6021		0,8	Lnormal	1,2904	0,8471
01/Out	0,5	Lnormal	0,4132	0,5483	15/Jan	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,6982	0,6005		0,6	Lnormal	0,2476	0,3447
	0,7	Lnormal	1,0957	0,6080		0,7	Weibull	2,2013	2,4556
	0,8	Lnormal	1,6943	0,5144		0,8	Weibull	3,1756	1,7755
15/Out	0,5	Lnormal	0,4620	0,5612	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	2,9206	1,6736		0,6	Lnormal	0,1980	0,3382
	0,7	Lnormal	1,1829	0,5892		0,7	Lnormal	0,2445	0,3949
	0,8	Lnormal	1,7012	0,5319		0,8	Weibull	2,7558	1,7431
01/Nov	0,5	Lnormal	0,6033	0,5847	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	3,1145	1,6219		0,6	Normal	1,2500	0,5000
	0,7	Gamma	1,4691	2,9497		0,7	Gamma	0,2811	7,1147
	0,8	Weibull	8,0774	1,8013		0,8	Normal	2,8333	1,6021

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Silva (2008), em trabalho realizado para a região central do Rio Grande do Sul, optou por selecionar sempre que possível a fdp gamma para as variáveis relacionadas à irrigação da cultura do feijão. Comparando os parâmetros obtidos para a função gamma nos parâmetros de lâmina de irrigação e número de irrigações

neste trabalho, observou-se que os valores são maiores que os obtidos por Silva (2008). Isso se explica pela maior necessidade hídrica do milho durante o seu ciclo do que o feijoeiro. Constatação semelhante foi obtida por Botelho; Moraes (1999) e Mota et al. (1999) com relação a distribuição de dados de precipitação. Verificaram ainda que o parâmetro de forma de modo geral, é menor nos meses menos chuvosos e maior nos meses mais chuvosos.

Para a variável lâmina de irrigação nos solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos (Tabela 34) das 56 fdps possíveis, somente duas fdps exponenciais conseguiram o melhor ajuste em duas épocas de semeaduras e no manejo 0,5. Já nos solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito (Tabela 35), a função exponencial não apresentou melhor ajuste em nenhuma ES.

O número de irrigações de algumas épocas não apresentaram nenhum ajuste. Geralmente, nenhuma função conseguiu ajuste para ES a partir de 15/01, para solos profundos e manejo igual a 0,5 (Tabela 37). Solos com maior CAD também apresentaram falta de ajuste de fdps nos manejos 0,6 e 0,7 em determinados solos conforme apêndices W a AL. A falta de ajuste ocorreu devido ao menor número de irrigações que estes solos necessitam, principalmente nas ES mais tardias. Isso também foi verificado por Silva (2008) para o cultivo do feijão e por Lyra et al. (2006) em trabalho avaliando a precipitação mensal.

Após o ajuste das fdps, foram obtidas as estimativas de lâmina bruta de irrigação necessária para o cultivo do milho, das quais são apresentados os valores obtidos relativos ao nível de probabilidade de 95%, 90% e 75% (Tabelas 38 e 39). Quando os dados não aderiram a nenhuma das duas distribuições, usou-se a distribuição empírica. Na Tabela 38 são apresentadas as estimativas de lâmina máxima de irrigação para o milho do grupo de maturação normal, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos e para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito na Tabela 39. Os dados para os outros solos e grupos de maturação estão apresentados nos apêndices AM a BB. Nestas tabelas os valores de probabilidade são apresentados da forma que o valor previsto vai ser menor ou igual ao valor apresentado. Por exemplo, na Tabela 38 para a ES 01/Nov e manejo 0,8, em 90% dos anos ou 9 em cada 10 anos a lâmina de irrigação máxima será de 169 mm durante o ciclo de cultivo do milho grupo de maturação normal.

Tabela 38 – Estimativa da lâmina máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e cada época de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	121	101	73	15/Nov	0,5	143	113	80
	0,6	125	111	89		0,6	147	118	82
	0,7	150	128	95		0,7	148	128	98
	0,8	164	142	108		0,8	164	144	112
15/Ago	0,5	129	106	77	01/Dez	0,5	114	99	76
	0,6	145	120	87		0,6	138	120	91
	0,7	149	127	104		0,7	153	134	104
	0,8	162	142	113		0,8	177	153	119
01/Set	0,5	121	103	79	15/Dez	0,5	127	101	73
	0,6	133	116	92		0,6	128	108	77
	0,7	156	137	108		0,7	142	122	91
	0,8	162	146	121		0,8	162	139	104
15/Set	0,5	121	105	83	01/Jan	0,5	95	82	63
	0,6	131	115	92		0,6	105	91	69
	0,7	160	139	108		0,7	124	104	73
	0,8	167	150	121		0,8	135	114	81
01/Out	0,5	148	123	90	15/Jan	0,5	69	58	45
	0,6	162	141	110		0,6	83	68	48
	0,7	167	152	126		0,7	86	76	58
	0,8	187	170	140		0,8	99	86	66
15/Out	0,5	137	122	97	01/Fev	0,5	49	45	37
	0,6	159	138	107		0,6	60	49	38
	0,7	168	152	126		0,7	65	58	46
	0,8	189	171	141		0,8	77	67	51
01/Nov	0,5	140	119	90	15/Fev	0,5	55	48	36
	0,6	174	144	105		0,6	57	49	38
	0,7	177	154	124		0,7	60	51	38
	0,8	186	169	140		0,8	67	56	39

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Tabela 39 – Estimativa da lâmina máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro manejos de irrigação (M) e cada época de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	99	88	70	15/Nov	0,5	115	95	57
	0,6	100	89	71		0,6	121	96	65
	0,7	124	97	74		0,7	123	98	68
	0,8	129	109	79		0,8	158	116	69
15/Ago	0,5	77	66	51	01/Dez	0,5	109	89	64
	0,6	106	87	62		0,6	111	94	68
	0,7	132	103	69		0,7	142	109	70
	0,8	161	123	79		0,8	164	123	77
01/Set	0,5	81	69	54	15/Dez	0,5	85	74	58
	0,6	107	88	64		0,6	114	90	61
	0,7	122	99	69		0,7	126	103	72
	0,8	149	119	82		0,8	139	116	83
15/Set	0,5	94	79	60	01/Jan	0,5	75	63	48
	0,6	107	88	63		0,6	84	73	57
	0,7	125	101	71		0,7	95	83	65
	0,8	147	119	83		0,8	111	95	69
01/Out	0,5	110	90	64	15/Jan	0,5	40	38	35
	0,6	134	106	72		0,6	60	52	42
	0,7	150	120	82		0,7	72	62	48
	0,8	155	130	96		0,8	78	67	51
15/Out	0,5	110	94	67	01/Fev	0,5	31	31	31
	0,6	128	109	81		0,6	49	44	32
	0,7	148	125	84		0,7	50	47	33
	0,8	164	135	98		0,8	63	50	35
01/Nov	0,5	120	97	69	15/Fev	0,5	32	31	30
	0,6	136	107	72		0,6	43	39	34
	0,7	141	128	88		0,7	68	58	44
	0,8	186	148	101		0,8	69	59	44

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Comparando-se os resultados apresentados nas Tabelas 38 e 39 entre si observa-se que os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos necessitam uma lâmina de irrigação muito maior que os demais solos durante o período de cultivo devido a sua CAD ser menor do que os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito. Nas ES realizadas a partir de 15/01 para os solos Charrua, Ciríaco,

Guassupi e Júlio de Castilhos, em um a cada 10 anos, a necessidade de irrigação é superior a 86 mm no manejo 0,8, mostrando a baixa compensação econômica na implantação de um sistema de irrigação para essas ES no milho. Observando as ES nos dois grupos de solos, os valores para as ES iniciais são menores que para as ES intermediárias. Já as ES mais tardias apresentam os menores valores.

A lâmina de irrigação variou entre os três grupos de maturação do milho. O grupo de maturação normal apresentou valores maiores (Tabela 38, 39 e apêndices AM a AP), seguido do grupo precoce e do superprecoce (Apêndices AQ a BB). Quanto ao efeito do tipo de solo, os menores valores de lâmina de irrigação de maneira geral, foram para os solos Santa Maria, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, seguidos do solo Vacacaí. Os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos apresentaram os maiores valores (alcançando o valor extremo de 189 mm para o ciclo normal na ES 15/09, no manejo de 0,8 com 95% de probabilidade de ocorrência), seguidos dos solos Alto das Canas, Cambaí, Oásis e São Gabriel.

Conforme os resultados apresentados anteriormente o problema de deficiência hídrica ocorre em todas as épocas de semeadura. Com o uso da irrigação pode-se contornar o problema. No caso de cultivos não irrigados, Nied et al. (2005) sugeriram que com a antecipação da semeadura para agosto e setembro obtêm-se maior rendimento de grãos devido à menor probabilidade de deficiência hídrica no período crítico da planta, que ocorre no início do pendoamento até 30 dias após, já que para as ES de novembro e dezembro quando a disponibilidade hídrica é baixa causando maior deficiência.

Utilizando as fdps selecionadas (Tabelas 36 e 37) para os cálculos, são apresentados os valores estimados do número de irrigações para as probabilidades de 95, 90 e 75% de ocorrência, nas Tabelas 40 e 41. Para exemplificar, observando a Tabela 40 para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos pode-se afirmar que em 90% dos casos para o ciclo do milho do grupo de maturação normal, as irrigações necessárias variam de duas até 19 irrigações. Na mesma condição para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, um a cada 10 anos apresenta um número de irrigações superior a 13 irrigações (Tabela 41) e nos demais anos o número poderá ser de uma a 11 irrigações.

Tabela 40 – Estimativa do número de irrigações por ciclo necessárias à cultura do milho, grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e em 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	6	5	3	15/Nov	0,5	6	5	3
	0,6	7	6	5		0,6	8	6	5
	0,7	11	9	7		0,7	11	10	7
	0,8	15	14	11		0,8	17	15	12
15/Ago	0,5	5	5	4	01/Dez	0,5	6	5	4
	0,6	8	7	5		0,6	9	8	6
	0,7	10	9	7		0,7	12	11	9
	0,8	17	15	12		0,8	21	18	14
01/Set	0,5	6	5	4	15/Dez	0,5	6	5	4
	0,6	7	6	5		0,6	8	7	5
	0,7	11	10	8		0,7	12	10	8
	0,8	16	15	12		0,8	20	17	12
15/Set	0,5	6	5	4	01/Jan	0,5	6	5	4
	0,6	7	6	5		0,6	8	6	5
	0,7	12	10	8		0,7	11	9	6
	0,8	17	16	12		0,8	17	14	10
01/Out	0,5	7	6	4	15/Jan	0,5	3	3	2
	0,6	9	8	6		0,6	4	4	3
	0,7	13	11	9		0,7	6	6	4
	0,8	19	17	14		0,8	10	9	7
15/Out	0,5	6	6	5	01/Fev	0,5	2	2	2
	0,6	9	8	6		0,6	3	3	2
	0,7	12	11	9		0,7	5	4	4
	0,8	20	19	16		0,8	9	8	6
01/Nov	0,5	7	6	5	15/Fev	0,5	2	2	2
	0,6	10	9	7		0,6	3	3	2
	0,7	13	12	10		0,7	5	4	3
	0,8	21	19	16		0,8	8	6	4

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Os resultados apresentados nas Tabelas 40, 41 e também nos apêndices BC a BR, permitem inferir que sistemas de irrigação dimensionados apenas para atender às condições de 75% dos anos, isto é, para a probabilidade de 75%, dificilmente estarão aptos para suprir as exigências hídricas, nos cultivos de milho em 10% dos anos (90% de probabilidade) e principalmente em 5% dos anos mais

secos. Esses resultados também ratificam a premissa de que sistemas de irrigação dimensionados com base nos valores normais de precipitação e evapotranspiração, dificilmente estariam adequados para suprir as exigências hídricas na maioria dos anos mais secos.

Tabela 41 – Estimativa do número de irrigações por ciclo necessárias à cultura do milho, grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e em 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	3	3	2	15/Nov	0,5	4	4	3
	0,6	4	4	3		0,6	5	5	3
	0,7	6	5	4		0,7	7	5	3
	0,8	10	8	6		0,8	13	9	6
15/Ago	0,5	3	2	2	01/Dez	0,5	4	4	3
	0,6	4	4	3		0,6	5	5	3
	0,7	6	5	4		0,7	8	7	5
	0,8	12	9	6		0,8	15	11	7
01/Set	0,5	3	2	2	15/Dez	0,5	4	3	3
	0,6	4	4	3		0,6	5	5	3
	0,7	6	5	4		0,7	8	7	5
	0,8	10	9	7		0,8	14	11	8
15/Set	0,5	3	3	2	01/Jan	0,5	4	3	2
	0,6	5	4	3		0,6	5	4	3
	0,7	7	6	4		0,7	8	6	5
	0,8	12	10	7		0,8	15	11	6
01/Out	0,5	4	3	2	15/Jan	0,5	2	2	1
	0,6	5	4	3		0,6	2	2	2
	0,7	8	7	5		0,7	3	3	3
	0,8	13	11	8		0,8	6	5	4
15/Out	0,5	5	4	3	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	6	5	4		0,6	2	2	2
	0,7	9	7	5		0,7	3	3	2
	0,8	13	11	8		0,8	5	4	3
01/Nov	0,5	5	4	3	15/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	6	5	4		0,6	2	2	2
	0,7	9	8	6		0,7	3	3	2
	0,8	15	13	10		0,8	5	5	4

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

5. CONCLUSÕES

A duração dos subperíodos que ocorrem da semeadura até o pendoamento são maiores na primeira época de semeadura (01/08). Após o pendoamento a maior duração dos subperíodos ocorre na semeadura mais tardia (15/02).

As distribuições normal e lognormal representam melhor o desenvolvimento do milho para estimar a duração dos subperíodos e do ciclo total. A frequência de utilização destas varia de acordo com a época de semeadura e com o grupo de maturação do milho.

A época de semeadura de 15/11, ao nível de 90% de probabilidade de ocorrência, tem a menor duração do ciclo do milho para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce, com duração máxima de 135, 129 e 124 dias, respectivamente.

Os solos que possuem maior capacidade de infiltração de água necessitam de menor lâmina de irrigação e menor número de irrigações as quais variam conforme a época de semeadura e a fração da capacidade de armazenamento de água disponível que precisa ser mantida pela irrigação.

As épocas de semeadura do início de outubro até o início de novembro necessitam de maiores lâminas de irrigação considerando todo o ciclo independente do solo e grupo de maturação; a escolha de outra época reduz a lâmina de irrigação necessária durante o ciclo.

O grupo de maturação normal necessita maior lâmina de irrigação durante o ciclo de cultivo para todas as épocas de semeadura, e a menor necessidade de lâmina de irrigação é para os genótipos de milho de ciclo superprecoce.

Os melhores ajustes para a lâmina de irrigação foram obtidos com as funções de distribuição de probabilidade normal, lognormal, gamma, Weibull e exponencial dando-se preferência para as quatro primeiras. Quanto a variável número de irrigações, as distribuições de probabilidade que melhor se ajustam são a normal, lognormal, gamma e Weibull.

Para a probabilidade de 90% dos anos, para o cultivo do milho dos grupos de maturação superprecoce, precoce e normal, as durações máximas mais prováveis do ciclo variam de 124 até 170 dias; 129 até 174 e 135 até 179 dias, respectivamente.

Para todos os grupos de maturação a menor e a maior duração do ciclo coincide com as épocas de semeadura de 15/11 e 01/08, respectivamente.

Para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, com o milho do grupo de maturação normal a uma probabilidade de 90% de ocorrência, a lâmina total de irrigação e o número de irrigações necessárias nos solos, variam entre 45 e 123 mm, aplicados de duas a seis vezes por ano agrícola, para o manejo em que a fração de água disponível (p) é de 50% da CAD; variam entre 49 e 144 mm, aplicados de três a nove vezes, para o manejo de $p=0,6$; variam entre 51 e 154 mm, aplicados de quatro a doze vezes, para o manejo de $p=0,7$ e variam entre 56 e 171 mm, aplicados de seis a dezenove vezes durante o ciclo de cultivo para o manejo de $p=0,8$. A lâmina de água média necessária é de aproximadamente 9 mm, 13 mm, 16 mm e 21 mm para os quatro manejos que representam a condição de manejo de água do solo quando a fração retirada alcançava 20%, 30%, 40% e 50% da CAD, respectivamente.

Os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, com o milho do grupo de maturação normal para a probabilidade de 90% de ocorrência a lâmina de água e o número de irrigações determinados para a condição de retirada de água 50%, 40%, 30% e 20% da CAD, variam entre 31 e 97 mm, entre 39 e 109 mm, entre 47 e 120 mm e entre 50 e 148 mm, de uma a quatro aplicações, de duas a cinco aplicações, entre três e oito vezes e entre quatro e treze aplicações, respectivamente. A lâmina média de água necessária para cada irrigação é de aproximadamente 27 mm para a fração de retirada de 50% da CAD, 21 mm para 40% da CAD, 15 mm para 30% da CAD e 12 mm para a fração de retirada de 20% da CAD.

Para a probabilidade de 90% de ocorrência, a lâmina de irrigação varia entre 31 e 171 mm e o número de irrigações entre uma e dezenove durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, dependendo da época de semeadura, do grupo de maturação do milho e do solo de cultivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTO, C. M. et al. Modelo para estimar o termo aerodinâmico na equação de Penman na ausência de dados de vento. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 17, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2002. 1 CD-ROM.

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO – Irrigation and drainage, paper 56, 1999.

ALMEIDA, R. M. B. **Características climatológicas do regime de chuva em Minas Gerais**. 1995. 64f. Tese (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

ANDRADE, F. H. **Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz**. Instituto Nacional de tecnología agropecuária. Balcarce, Argentina. 1992. 34p. (Boletín Técnico, 106).

ASSIS, F.N. et al. **Aplicações de estatísticas à climatologia: Teoria e Prática**. Pelotas: Editora Universitária, 1996. 161 p.

ASSIS, J. P. de et al. Ajuste de séries históricas de temperatura e radiação solar global diária às funções densidade de probabilidade normal e log-normal, em Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 113-121, 2004.

AVILA, A. M. H. et al. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 2, n. 2, p. 149-154, 1996.

BEIJO, L. A. et al. Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal (SP) pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 141-147, 2003.

BERGAMASCHI, H. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004.

BERGAMASCHI, H. et al. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.

BERGONCI, J. I. et al. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 949-956, 2001.

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H. Ecofisiologia do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Embrapa Milho e Sorgo; Epagri, 2002a. 1 CD-ROM.

BERGONCI, J. I.; PEREIRA, P. G. Comportamento do potencial da água na folha e da condutância estomática do milho em função da fração de água disponível no solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 229-235, 2002b.

BERLATO, M. A.; MOLION, L. C. B. **Evaporação e evapotranspiração**. Porto Alegre, n. 7, 1981. 96p. (Boletim Técnico – IPAGRO).

BERLATO, M. A.; MATZENAUER, R. Teste de um modelo de estimativa do espigamento do milho com base na temperatura do ar. **Agronomia Sulriograndense**, v. 22, n. 2, p. 243-259, 1986.

BERLATO, M. A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos da estiagem na produção agrícola. In: Bergamaschi, H. (coord.) **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. p. 11-23.

BERLATO, M. A. et al. Tendência temporal da precipitação pluvial anual no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 3, n. 1, p. 111-113, 1995.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p.119-125, 1999.

BERLATO, M. A.; MELO, R. W. de; FONTANA, D. C. Risco de ocorrência de granizo no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 121-132, 2000.

BERLATO, M. A. et al. Associação entre El Niño Oscilação Sul e produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 423-432, 2005.

BERNARDO, S. et al. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa, UFV, 2002. 611p.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In:_____. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3. ed., Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2004.

BIANCHI, C. A. M. et al. Condutância da folha em milho cultivado em plantio direto e convencional em diferentes disponibilidades hídricas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 315-322, 2007.

BOTELHO, V. A. V. A.; MORAIS, A. R. de. Estimativas dos parâmetros da distribuição gama de dados pluviométricos do município de Lavras, Estado de Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 697-706, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: DNPEA, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, nº 30).

BURIOL, G. A. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz na região da depressão central, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 1-9, 1998.

BURIOL, G. A. et al. Condições térmicas para o cultivo do pepineiro na região do baixo vale do Taquari: 2. Temperatura máxima e soma térmica. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 6, p. 215- 223, 2000a.

BURIOL, G. A. et al. Disponibilidade de radiação solar para o cultivo do tomateiro durante o inverno no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 6, p. 113-120, 2000b.

BURIOL, G. A. et al. Probabilidade de ocorrência de valores de radiação solar prejudiciais ao cultivo do pepineiro na região do baixo vale do Taquari, RS. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 7, p. 97-104, 2001.

BURIOL, G. A. et al. Homogeneidade e estatísticas descritivas dos totais mensais e anuais de chuva de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, n. 4, p. 89-97, 2006.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ, 1983. 349p.

CARDOSO, C. D. V. **Probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica nos solos da região Central do Estado do Rio Grande do Sul**. 2005. 162f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. da. Ajustes de funções de distribuição de probabilidade à radiação solar global no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1157-1166, 2004.

CARLESSO, R.; SANTOS, R. F. Disponibilidade de água às plantas de milho em solos de diferentes texturas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 23, p. 17-25, 1999.

CASEIRO, F. T. et al. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura do milho (*Zea mays* L.), no período seco em Santo Antônio do Leverger – MT. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 177-182, 1997.

CASTELLVÍ, F. et al. Generation of daily amounts of precipitation from standard climatic data: a case study for Argentina. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 289, n. 1-4, p. 286-302, 2004.

CASTRO, R. **Distribuição probabilística da frequência de precipitação na região de Botucatu-SP**. 1996. 101f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1996.

CATALUNHA, M. J. et al. Aplicação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 153-162, 2002.

CHERN, G. S.; SUNG, F. J. M. Prevention of injury during imbibition in shrunken-2 corn seeds by osmotic control of water uptake. **Seed Science and Technology**, v. 19, n. 2, p. 469-476, 1991.

CHRISTOFIDIS, D. **Água: gênese, gênero e sustentabilidade alimentar no Brasil**. Brasília, Fev. 2006. Disponível em: <<http://www.pt.genderanwater.org>>. Acesso em: 16 jun. 2008.

CHRISTOFIDIS, D. **Recursos Hídricos e Irrigação no Brasil**. Brasília: CDS – UnB, 1999.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: nono levantamento**. Brasília, 2008. 37p.

CUNHA, G. R. et al. Perda de rendimento potencial da soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 111-119, 1998.

DALMAGO, G. A. et al. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura do pimentão em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 11, n. 1, p. 33-41, 2003.

DALMAGO, G. A. Evapotranspiração máxima da cultura de pimentão em estufa plástica em função da radiação solar, da temperatura, da umidade relativa e do déficit de saturação do ar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 785-792, 2006.

DIDONET, A. D. et al. Crescimento e desenvolvimento de milho: acúmulo de massa seca do grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 447-456, 2001.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

DOURADO NETO, D. et al. Balance hídrico ciclico y secuencial: estimación de almacenamiento de agua en el suelo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 537-546, 1999.

DOURADO NETO, D. et al. Ajustes de modelos de distribuição de probabilidade a séries históricas de precipitação pluvial diária em Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 13, n. 2, p. 273-283, 2005.

EMATER. **Acompanhamento de Safra**. Disponível em: <<http://taquari.emater.tche.br/informativos>>. Acesso em: 25 jan. 2009.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura do milho**. 2. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA-SPI Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1996. 204p.

ESTEFANEL, V. et al. Insolação e radiação solar em Santa Maria, RS: I – Estimativa da radiação solar global incidente a partir dos dados de insolação. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 20, n. 3-4, p. 203-218, 1990.

ESTEFANEL, V.; SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A. Probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas do ar prejudiciais aos cultivos agrícolas em Santa Maria-RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 57-63, 1994.

FAO. FAOSTAT Data 2009. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 25 jan. 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FANCELLI, A. L. Ecofisiologia de plantas de lavouras. In:_____. CARLESSO et al. **Irrigação por Aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, RS, 2001. p. 59-73.

FISCHER, G. et al. Thermodynamical and dynamical structures of the global atmosphere. In: HELLWEGE, K. –H., MODELUNG, (Ed.). **Numerical data and functional relationships in Science and Technology** / LAMDOLT-BÖRNSTEIN (New Ser.), v. 4 . Springer-Verlag, Berlin, 491p., 1987.

FONTANA, D. C. et al. Monitoramento da cultura da soja no centro-sul do Brasil durante La Niña 1998/2000. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 343-351, 2002.

FONTANA, D. C.; ALMEIDA, T. S. Climatologia do número de dias com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 1, p. 135-145, 2002.

FRIZZONE, J. A. et al. **Planejamento de irrigação: Análise de decisão de investimentos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 626 p.

GALLARRETA, C. G. **Manejo da irrigação do milho baseado na evapotranspiração máxima da cultura**. 2002. 49f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

GILMORE JUNIOR., E. C.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v. 50, n. 10, p. 611-615, 1958.

HASTINGS, N. A. J.; PEACOCK, J. B. **Statistical distributions: A handbook for students and practitioners**. Longon Butterworths, 1975. 129 p.

HEINEMANN, A .B. et al. Center Pivot Irrigation Management Optimization of Dry Beans in Humid Areas. **Transactions of the ASAE**, v. 43, p. 1507-1516, 2000.

HOFFMANN, A. et al. Estimativa da primeira data do outono e última data da primavera com temperatura do ar menor ou igual a 0°C em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 65-68, 1994.

IGBADUN, H.E. et al. Effects of deficit irrigation scheduling on yields and soil water balance of irrigated maize. **Irrigation Science**, v. 27, n. 1, p. 11-23, 2008.

JACOB JUNIOR, E. A. **Análise do processo de classificação e da qualidade fisiológica em sementes de milho híbrido**. 2005. 40f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

JEFFERIES, R. A.; MACKERRON, D. K. L. Thermal time as a non-destructive method of estimating tuber initiation in potatoes. **Journal of Agricultural Science**, v. 108, p. 249-252, 1987.

KANG, S. et al. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root-divided maize plants. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 38, n. 1, p. 69-76, 1998.

KANG, S. et al. Crop coefficient and ratio of transpiration to evapotranspiration of winter wheat and maize in a semi-humid region. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 59, p. 239-254, 2003.

KASELE, I. N. et al. Ethephon alters corn growth, water use, and grain yield under drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, p. 283-288, 1994.

KITE, G. W. Frequency and risk analysis in hydrology. **Water Resources Publications**, Fort Collins, v. 3, p. 395, 1978.

KÖPPEN, W. **Grundriss der klimakunde**. Berlin :Walter de Gruyter, 1931. 338 p.

LAFITTE, H. R. et al. Temperature responses of tropical maize cultivars selected for broad adaptation. **Field Crops Research**, v. 49, p. 215-229, 1997.

LANNA, A. E. Elementos de Hidrologia Estatística. In: _____: **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3. ed., Porto Alegre, UFRGS/ABRH, 2004.

LEIVAS, J. F. et al. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p.397-407, 2006.

LOIOLA, M. L.; DOUZA, F. de. Estatísticas sobre irrigação no Brasil segundo o Censo Agropecuário 1995-1996. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 5. n. 1, p. 171-180, 2001.

LOZADA, B. I. et al. Determinação da temperatura-base e de graus-dia para estimativa da duração do subperíodo da semeadura à floração de um híbrido de milho (*Zea mays*), **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 1, p.31-36, 1999.

LYRA, G. B. et al. Regiões homogêneas e funções de distribuição de probabilidade da precipitação pluvial no Estado de Táchira, Venezuela. **Revista Agropecuária Brasileira**. v. 41, n. 2, p. 205-215, 2006.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Cultivo do milho: germinação e emergência**. Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 9 p. (Comunicado técnico).

MALUF, J. R. T. et al. Zoneamento agroclimático da cultura do milho por épocas de semeadura, no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 39-54, 2000.

MARQUES, S. J. et al. Modelo Iterativo para Estimativa da Evapotranspiração de Referência Provável. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 221-225, 1995.

MATZENAUER, R. et al. Modelos agrometeorológicos para a estimativa do rendimento do milho, em função da disponibilidade hídrica no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 225-241, 1995.

MATZENAUER, R. et al. Evapotranspiração da cultura do milho. II – Relações com a evaporação do Tanque Classe “A”, com evapotranspiração de referência e com radiação solar global, em três épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 15-21, 1998a.

MATZENAUER, R. et al. Análise agroclimática das disponibilidades hídricas para a cultura da soja na região do planalto médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 263-275, 1998b.

MATZENAUER, R. et al. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2002. 105p. (Boletim Fepagro, 10).

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – MA. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Normais Climatológicas**. Brasília, 1992.

MIRSHAWKA, V. **Estatística**, vol. II. São Paulo: Nobel, 1971. 367 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 46 p.

MOTA, F. S. et al. Probabilidade de ocorrência de dias com temperaturas iguais ou superiores a 35°C no florescimento do arroz no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, p. 147-149, 1999.

MURRAY, F. W. On the computation of saturation vapor pressure. **Journal of Applied Meteorology**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 203-204, 1967.

NIED, A. H. **Balanco hídrico diário do solo simulado para diferentes épocas de semeadura do milho em Santa Maria, RS**. 2003. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

NIED, A. H. et al. Épocas de semeadura do milho com menor risco de ocorrência de deficiência hídrica no município de Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 995-1002, 2005.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

OLIVEIRA, D. de; VILLA NOVA, N. A. Evapotranspiração máxima e lâminas de irrigação necessárias para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 29-36, 1996.

OUDA, S. A. E. et al. Modeling the Effect of Different Stress Conditions on Maize Productivity Using Yield-Stress Model. **International Journal of Natural and Engineering Sciences**, v. 2, n. 1, p. 57-62, 2008.

PALYNCHUK, B.; GUO, Y. Threshold analysis of rainstorm depth and duration statistics at Toronto, Canada. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 348, p. 535-545, 2008.

PANDEY, R. K. et al. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: I. Yield and yield components. **Agronomy Journal**, v. 76, p. 549-553, 1984.

PANDEY, R. K. et al. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 46, n.1, p. 15-27, 2000.

PERAZA, J. E. S. **Retenção de água e pedofunções para solos do Rio Grande do Sul**. 2003. 117f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PIRES, R. C. M. et al. Profundidade do sistema radicular das culturas de feijão e trigo sob pivô central. **Bragantia**, Campinas, v. 50, n. 1, p. 153-162, 1991.

PRELA, A.; RIBEIRO, A. M. A. Determinação de graus-dia acumulados e aplicação no planejamento do cultivo de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) para Londrina PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 10, n. 1, p. 83-88, 2002.

REZENDE, R. et al. Função de produção da cultura do milho e do feijão para diferentes lâminas e uniformidade de aplicação de água. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 503-511, 2004.

RIBEIRO JÚNIOR, J. A. **Análises estatísticas no Excel: guia prático**. Viçosa: UFV, 2004.

RIBEIRO, A. M.; LUNARDI, D. M. C. A precipitação mensal provável para Londrina – PR, através da função gama. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 37-44, 1997.

RITCHIE, J. T.; NESMITH, D. S. Temperature and crop development. In: _____. HANKS, J.; RITCHIE, J.T. (eds.). **Modeling plant and soil systems**. Madison : ASA/CSSA/SSA., 1991. p. 05-29.

RODRIGUES, M. L. G. et al. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 22, n. 2, p. 135-151, 2004.

ROMERO, A. L.; GRAÑA, R. C. Modelos para el cálculo de la lluvia efectiva y su aplicación en caña de azúcar. **Caña de Azúcar**, v. 17, p. 3-20, 1999.

RUSSELE, M. P. et al. Growth analysis based on degree days. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 1, p. 28-32, 1984.

SAMPAIO, S. C. et al. Estudo da precipitação efetiva para o município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 210-213, 2000.

SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. **Cultivo do Milho: clima e solo**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/clima.htm>> Acesso em: 15 mai. 2008.

SAVAGE, W. E. F. et al. Soak conditions and temperature following sowing influence the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming (pre-sowing seed soak). **Field Crops Research**, v. 90, p. 361-374, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS-STAT**: user's guide. 8th ed. Cary: SAS Institute, 2001.

SCHONS, A. **Crescimento e desenvolvimento da mandioca e do milho em cultivo solteiro e consorciado**. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SILVA, C. L. A. et al. Modelagem da precipitação efetiva na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 6, p. 929-937, 1994.

SILVA, J. C. da. **Épocas de menor risco de estresse hídrico e térmico para o feijoeiro na região central do Rio Grande do Sul**. 2005. 64f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SILVA, J. C. et al. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2007.

SILVA, J. C. **Parâmetros de irrigação para o feijoeiro em diferentes solos e épocas de semeadura na região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 112f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SILVA, J. G. da; SENTELHAS, P.C. Diferença de temperatura mínima do ar medida no abrigo e na relva e probabilidade de sua ocorrência em eventos de geada no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 9-15, 2001.

SINCLAIR, T. R.; LUDLOW, M. M. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. **Australian Journal Plant Physiology**, v. 13, p. 319-340, 1986.

SOUSA, S. A. V. de; FRIZZONE, J. A. Comparação entre a função normal e triangular para simulação do déficit de evapotranspiração. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 255-263, 1997.

STEWART, D. W. et al. Phenological Temperature Response of Maize. **Agronomy Journal**, v. 90, p. 73-79, 1998.

STONE, P. J. et al. Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. **Field Crops Research**, Hastings, v. 63, p. 169-178, 1999.

STORCK, L. et al. Diferenças de produtividade de grãos entre cultivares indicados de milho, ajustado para um mesmo número de plantas ou de espigas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 745-750, 2002.

STORCK, L. et al. Adequação de ciclo e estatura de planta é essencial para a comparação de genótipos de milho. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 16-23, 2005.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

STRECK, L. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura da abóbora italiana em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 43-52, 2003.

STRECK, N. A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance rate in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 1, p. 105-111, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Piracicaba: Artmed, 2004. 720 p.

THOM, H. C. S. A note on the gamma distribution. **Monthly Weather Review**, Washington, v. 86, p. 117-122, 1958.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**, [S.L.], v. 3, n. 10, 1955. 104 p.

VAREJÃO SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET, Stilo, 2000. 532 p.

VIEIRA JUNIOR, P. A. et al. Variação do Potencial Hídrico e da Temperatura Foliar em Plantas de Milho e de Sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2004. 1 CD-ROM.

WILKS, D. S. Interannual variability and extreme-value characteristics of several stochastic daily precipitation models. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 93, n. 3, p. 153-169, 1999.

WOLSCHICK, D. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho no sistema plantio direto em ano com precipitação pluvial normal e com 'El Niño'. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 461-468, 2003.

ZHUANG, J. et al. Estimation of root water uptake of maize: an ecophysiological perspective. **Field Crops Research**, v. 69, p. 201-213, 2001.

ZIMMERMANN, F. L. **Crescimento de plantas de milho e armazenamento de água no solo em dois sistemas de cultivo**. Santa Maria, RS, 2001. 101f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

APÊNDICE A – Análise de variância da duração do ciclo total e dos subperíodos de desenvolvimento em função das épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação normal de milho, para os municípios da região central do RS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
----- Semeadura - Emergência -----				
ES	13	3486,2	268,16	87,83*
Erro	546	1667,0	3,05	
Total	559	5153,2		
----- Emergência – 40%ST antes do pendoamento -----				
ES	13	28145,37	2165,02	303,41*
Erro	546	3896,05	7,13	
Total	559	32041,42		
----- 40%ST antes do pendoamento - Pendoamento -----				
ES	13	17857,92	1373,68	154,21*
Erro	546	4863,57	8,90	
Total	559	22721,5		
----- Pendoamento – Maturação Leitosa -----				
ES	13	3898,38	299,87	55,93*
Erro	546	2926,97	5,36	
Total	559	6825,35		
----- Maturação Leitosa – Maturação Fisiológica -----				
ES	13	32504,19	2500,32	88,89*
Erro	546	15356,53	28,12	
Total	559	47860,71		
----- Ciclo Total -----				
ES	13	102954,9	7919,60	212,43*
Erro	546	20355,03	37,28	
Total	559	123309,9		

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

APÊNDICE B – Análise de variância da duração do ciclo total e dos subperíodos de desenvolvimento em função das épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação precoce de milho, para os municípios da região central do RS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
----- Semeadura – Emergência -----				
ES	13	3486,2	268,16	87,83*
Erro	546	1667,05	3,05	
Total	559	5153,25		
----- Emergência – 40%ST antes do pendoamento -----				
ES	13	24352,16	1873,24	271,59*
Erro	546	3765,82	6,89	
Total	559	28117,98		
----- 40%ST antes do pendoamento – Pendoamento -----				
ES	13	17521,22	1347,78	172,10*
Erro	546	4275,87	7,83	
Total	559	21797,1		
----- Pendoamento – Maturação Leitosa -----				
ES	13	5422,73	417,13	99,27*
Erro	546	2294,07	4,20	
Total	559	7716,81		
----- Maturação Leitosa – Maturação Fisiológica -----				
ES	13	27534,04	2118,0	95,25*
Erro	546	12140,65	22,23	
Total	559	39674,69		
----- Ciclo Total -----				
ES	13	104442,3	8034,02	277,66*
Erro	546	15798,08	28,93	
Total	559	120240,4		

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

APÊNDICE C – Análise de variância da duração do ciclo total e dos subperíodos de desenvolvimento em função das épocas de semeadura (ES) para o grupo de maturação superprecoce de milho, para os municípios da região central do RS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
----- Semeadura - Emergência-----				
ES	13	3486,2	268,16	87,83*
Erro	546	1667,05	3,05	
Total	559	5153,25		
----- Emergência – 40%ST antes do pendoamento-----				
ES	13	21018,27	1616,79	230,25*
Erro	546	3833,95	7,02	
Total	559	24852,22		
----- 40%ST antes do pendoamento - Pendoamento -----				
ES	13	17777,62	1367,50	200,19*
Erro	546	3729,57	6,83	
Total	559	21507,2		
----- Pendoamento – Maturação Leitosa -----				
ES	13	5309,58	408,42	122,61*
Erro	546	1818,77	3,33	
Total	559	7128,35		
----- Maturação Leitosa – Maturação Fisiológica -----				
ES	13	21091,73	1622,441	82,56523*
Erro	546	10729,13	19,65041	
Total	559	31820,86		
----- Ciclo Total -----				
ES	13	107999,1	8307,62	331,39*
Erro	546	13687,43	25,06	
Total	559	121686,5		

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

APÊNDICE D – Análise de variância da lâmina de irrigação por ciclo de desenvolvimento para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho em função do tipo de solo, do manejo de irrigação, das épocas de semeadura (ES) e suas interações, para os municípios da região central do RS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
----- Normal -----				
Solo	5	233453,75	46690,75	33,92*
Manejo	3	84013,44	28004,48	20,34*
ES	13	528608,62	40662,20	29,54*
Solo x Manejo	15	64772,86	4318,19	3,14*
Solo x ES	65	122770,36	1888,77	1,37**
Manejo x ES	39	58318,16	1495,33	1,09 ^{ns}
Solo x Manejo x ES	191	52731,95	276,08	0,20 ^{ns}
Erro	7749	10667995,49	1376,69	
Total	8080	12866914,30	8080	
----- Precoce -----				
Solo	5	220102,73	44020,54	33,53*
Manejo	3	89600,18	29866,72	22,75*
ES	13	504349,44	38796,11	29,55*
Solo x Manejo	15	55412,51	3694,16	2,81*
Solo x ES	65	137336,63	2112,87	1,61*
Manejo x ES	39	62028,79	1590,48	1,21 ^{ns}
Solo x Manejo x ES	195	51680,65	265,02	0,20 ^{ns}
Erro	7730	10147178,80	1312,70	
Total	8065	12183959,75		
----- Superprecoce -----				
Solo	5	203801,13	40760,22	31,60*
Manejo	3	99839,18	33279,72	25,80*
ES	13	503824,27	38755,71	30,04*
Solo x Manejo	15	59993,68	3999,57	3,10*
Solo x ES	65	177464,53	2730,22	2,12*
Manejo x ES	39	50897,66	1305,06	1,01 ^{ns}
Solo x Manejo x ES	194	57873,98	298,31	0,23 ^{ns}
Erro	7687	9916357,36	1290,02	
Total	8021	11812426,61		

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro; **Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns}Não significativo.

APÊNDICE E – Análise de variância do número de irrigações para os grupos de maturação normal, precoce e superprecoce de milho em função do tipo de solo, do manejo de irrigação, das épocas de semeadura (ES) e suas interações, para os municípios da região central do RS.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
----- Normal -----				
Solo	5	6476,90	1295,38	242,01*
Manejo	3	6417,31	2139,10	399,63*
ES	13	1947,97	149,84	27,99*
Solo x Manejo	15	1846,43	123,09	23,00*
Solo x ES	65	840,11	12,92	2,41*
Manejo x ES	39	686,15	17,59	3,29*
Solo x Manejo x ES	191	285,70	1,49	0,28 ^{ns}
Erro	7749	41477,84	5,35	
Total	8080	77487,91		
----- Precoce -----				
Solo	5	6648,35	1329,67	253,30*
Manejo	3	7080,14	2360,04	449,58*
ES	13	1725,37	132,72	25,28*
Solo x Manejo	15	1682,50	112,16	21,37*
Solo x ES	65	816,07	12,55	2,39*
Manejo x ES	39	598,77	15,35	2,92*
Solo x Manejo x ES	195	260,68	1,33	0,25 ^{ns}
Erro	7730	40577,97	5,24	
Total	8065	74356,37		
----- Superprecoce -----				
Solo	5	6520,61	1304,12	254,72*
Manejo	3	7126,81	2375,60	464,01*
ES	13	1785,31	137,33	26,82*
Solo x Manejo	15	1670,01	111,33	21,75*
Solo x ES	65	781,38	12,02	2,35*
Manejo x ES	39	594,04	15,23	2,98*
Solo x Manejo x ES	194	269,40	1,38	0,27 ^{ns}
Erro	7687	39355,57	5,11	
Total	8021	71561,78		

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro; ^{ns}Não significativo.

Apêndice F – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), exponencial (Exponl), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	4,0309	0,4533	15/Nov	0,5	Gamma	12,9570	5,0009
	0,6	Lnormal	4,0265	0,5251		0,6	Normal	61,1277	33,3586
	0,7	Gamma	27,6754	2,5671		0,7	Normal	63,1717	42,1068
	0,8	Weibull	89,2710	1,8143		0,8	Normal	67,7100	45,7603
15/Ago	0,5	Lnormal	3,9220	0,5080	01/Dez	0,5	Gamma	21,8983	2,6269
	0,6	Lnormal	3,9020	0,6309		0,6	Gamma	22,8887	2,6428
	0,7	Gamma	26,9052	2,5767		0,7	Lnormal	4,0523	0,6716
	0,8	Gamma	28,0371	2,9300		0,8	Gamma	29,8152	2,8788
01/Set	0,5	Lnormal	3,8645	0,5999	15/Dez	0,5	Gamma	14,6997	3,7680
	0,6	Gamma	18,2381	3,3950		0,6	Gamma	21,0181	2,9287
	0,7	Lnormal	4,1953	0,4826		0,7	Weibull	73,6984	1,5379
	0,8	Lnormal	4,3704	0,4671		0,8	Weibull	79,6352	1,5294
15/Set	0,5	Lnormal	3,9816	0,4035	01/Jan	0,5	Gamma	11,3028	4,3533
	0,6	Lnormal	4,0224	0,4950		0,6	Lnormal	4,0526	0,4744
	0,7	Lnormal	4,1761	0,5313		0,7	Normal	63,5400	35,8804
	0,8	Lnormal	4,3902	0,4337		0,8	Normal	64,2562	39,3035
01/Out	0,5	Lnormal	4,0153	0,4736	15/Jan	0,5	Normal	49,1733	20,6441
	0,6	Lnormal	4,2047	0,5054		0,6	Lnormal	3,6919	0,3843
	0,7	Lnormal	4,4184	0,4074		0,7	Normal	45,0695	23,7565
	0,8	Lnormal	4,5405	0,4909		0,8	Normal	49,6170	32,8443
15/Out	0,5	Lnormal	4,0168	0,5648	01/Fev	0,5	Gamma	10,2028	4,1533
	0,6	Lnormal	4,2309	0,5168		0,6	Weibull	31,3718	17,7272
	0,7	Lnormal	4,4298	0,4742		0,7	Normal	30,8433	13,5447
	0,8	Weibull	117,7235	2,3010		0,8	Normal	31,5735	17,0582
01/Nov	0,5	Exponl	62,5642	-	15/Fev	0,5	Gamma	9,3028	3,8533
	0,6	Gamma	20,1758	3,8356		0,6	Gamma	11,1028	4,1533
	0,7	Gamma	18,5349	4,9155		0,7	Normal	35,0980	12,2011
	0,8	Gamma	25,3282	3,9971		0,8	Normal	36,4686	21,2296

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão, a fdp Exponl utilizada o parâmetro escalar.

Apêndice G – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) , Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	4,0067	0,3828	15/Nov	0,5	Lnormal	4,0070	0,4374
	0,6	Lnormal	3,9388	0,5205		0,6	Normal	57,7308	33,7763
	0,7	Lnormal	4,0811	0,5559		0,7	Normal	58,0581	36,9330
	0,8	Lnormal	4,1457	0,6056		0,8	Weibull	78,7646	1,6609
15/Ago	0,5	Lnormal	3,9219	0,5358	01/Dez	0,5	Lnormal	3,8806	0,6333
	0,6	Lnormal	3,8604	0,6010		0,6	Lnormal	3,9362	0,5858
	0,7	Lnormal	4,0768	0,5428		0,7	Gamma	23,4964	2,9785
	0,8	Gamma	26,3034	3,0747		0,8	Lnormal	4,2068	0,6426
01/Set	0,5	Lnormal	3,9336	0,4684	15/Dez	0,5	Lnormal	3,9741	0,4000
	0,6	Lnormal	3,9712	0,5714		0,6	Gamma	21,3913	2,8742
	0,7	Lnormal	4,1626	0,5445		0,7	Gamma	29,2789	2,2549
	0,8	Lnormal	4,3141	0,4765		0,8	Gamma	36,4671	1,9367
15/Set	0,5	Lnormal	3,9865	0,4127	01/Jan	0,5	Normal	48,4975	23,9898
	0,6	Lnormal	3,9976	0,5129		0,6	Gamma	12,6745	4,6863
	0,7	Lnormal	4,1739	0,5283		0,7	Weibull	69,9195	1,9302
	0,8	Lnormal	4,3551	0,4636		0,8	Weibull	74,5954	1,7225
01/Out	0,5	Lnormal	4,0359	0,4630	15/Jan	0,5	Lnormal	3,8265	0,2896
	0,6	Lnormal	4,1554	0,4882		0,6	Lnormal	3,6700	0,3420
	0,7	Lnormal	4,3827	0,4468		0,7	Weibull	51,9301	1,9442
	0,8	Gamma	20,7774	4,9018		0,8	Lnormal	3,7395	0,5895
15/Out	0,5	Lnormal	4,0237	0,5442	01/Fev	0,5	Gamma	11,6745	3,6863
	0,6	Weibull	82,9840	2,0237		0,6	Gamma	2,9779	12,7388
	0,7	Lnormal	4,3301	0,4862		0,7	Normal	32,8275	12,8708
	0,8	Gamma	28,3784	3,5470		0,8	Weibull	33,6187	1,8902
01/Nov	0,5	Lnormal	3,9507	0,5317	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	4,1033	0,5611		0,6	Normal	30,9300	1,3896
	0,7	Lnormal	4,3939	0,4537		0,7	Gamma	8,2514	4,9461
	0,8	Gamma	25,0876	3,9174		0,8	Normal	33,7450	15,7726

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice H – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), exponencial (Expontl), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para o solo Santa Maria, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Gamma	10,4645	4,7026	15/Nov	0,5	Lnormal	4,0561	0,4628
	0,6	Lnormal	3,6458	0,6860		0,6	Gamma	14,5968	4,5024
	0,7	Expontl	54,5500	-		0,7	Lnormal	3,8552	0,6662
	0,8	Lnormal	3,6949	0,7130		0,8	Lnormal	3,6979	0,7768
15/Ago	0,5	Expontl	60,3514	-	01/Dez	0,5	Gamma	14,8523	3,4721
	0,6	Lnormal	3,8676	0,4727		0,6	Expontl	57,7406	-
	0,7	Normal	51,8935	34,4315		0,7	Expontl	51,7168	-
	0,8	Normal	53,5417	40,3203		0,8	Lnormal	3,7599	0,7855
01/Set	0,5	Lnormal	3,8778	0,5719	15/Dez	0,5	Gamma	14,2823	3,3668
	0,6	Expontl	46,7646	-		0,6	Normal	62,9371	17,8058
	0,7	Expontl	48,1632	-		0,7	Expontl	54,4685	-
	0,8	Lnormal	3,8800	0,5496		0,8	Weibull	69,2297	1,5738
15/Set	0,5	Lnormal	3,7858	0,5411	01/Jan	0,5	Lnormal	3,7422	0,3266
	0,6	Gamma	10,0315	5,0003		0,6	Normal	43,6309	12,8416
	0,7	Weibull	58,6311	1,8269		0,7	Weibull	51,9315	1,8790
	0,8	Lnormal	3,8199	0,5950		0,8	Gamma	16,8009	3,0637
01/Out	0,5	Lnormal	3,9148	0,5566	15/Jan	0,5	Gamma	13,2843	2,9858
	0,6	Weibull	66,8988	1,7227		0,6	Lnormal	3,6665	0,2262
	0,7	Lnormal	3,8691	0,6036		0,7	Lnormal	3,5423	0,4320
	0,8	Lnormal	3,8726	0,7547		0,8	Lnormal	3,4520	0,6180
15/Out	0,5	Lnormal	4,0032	0,5922	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	71,0969	1,6657		0,6	**		
	0,7	Normal	63,4936	41,5871		0,7	Normal	35,1500	15,0195
	0,8	Lnormal	3,8614	0,7657		0,8	Lnormal	3,1604	0,5199
01/Nov	0,5	Weibull	62,2285	1,6806	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	3,9625	0,5931		0,6	**		
	0,7	Lnormal	3,8758	0,6722		0,7	Weibull	25,2727	27,6354
	0,8	Lnormal	4,0151	0,6868		0,8	Weibull	27,7349	3,7478

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão, a fdp Expontl utilizada o parâmetro escalar. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice I – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), exponencial (Expontl), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para o solo Vacacaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Gamma	17,0532	3,1134	15/Nov	0,5	Lnormal	4,0428	0,2896
	0,6	Gamma	18,7470	3,0761		0,6	Lnormal	4,2327	0,4257
	0,7	Normal	53,3761	35,1888		0,7	Weibull	78,8016	2,3732
	0,8	Weibull	60,9578	1,3722		0,8	Lnormal	3,8399	0,7903
15/Ago	0,5	Weibull	58,3350	1,5266	01/Dez	0,5	Gamma	9,6364	7,3117
	0,6	Weibull	72,7700	2,1627		0,6	Normal	66,8210	39,1600
	0,7	Lnormal	3,9299	0,5788		0,7	Lnormal	3,9998	0,5773
	0,8	Lnormal	3,7888	0,7155		0,8	Weibull	68,3169	1,4348
01/Set	0,5	Gamma	13,5875	3,5420	15/Dez	0,5	Gamma	18,7146	2,7117
	0,6	Lnormal	3,8353	0,5749		0,6	Normal	53,3667	28,4843
	0,7	Lnormal	3,7612	0,5841		0,7	Weibull	69,8223	2,7603
	0,8	Lnormal	3,7226	0,6372		0,8	Weibull	70,3254	1,7279
15/Set	0,5	Gamma	18,8352	2,9014	01/Jan	0,5	Weibull	47,5900	2,0009
	0,6	Lnormal	3,8009	0,5856		0,6	Weibull	53,7760	3,2670
	0,7	Lnormal	3,8021	0,4786		0,7	Lnormal	3,7951	0,5286
	0,8	Lnormal	3,8367	0,5812		0,8	Weibull	52,6908	1,6906
01/Out	0,5	Lnormal	4,2593	0,4114	15/Jan	0,5	Normal	52,5000	7,3629
	0,6	Lnormal	4,0456	0,4856		0,6	Lnormal	4,0016	0,3446
	0,7	Lnormal	3,9493	0,5597		0,7	Lnormal	3,8792	0,4757
	0,8	Lnormal	3,9364	0,6496		0,8	Expontl	45,6727	-
15/Out	0,5	Lnormal	3,9562	0,6559	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	3,9720	0,7618		0,6	**		
	0,7	Lnormal	3,9473	0,7173		0,7	Expontl	30,2030	-
	0,8	Lnormal	3,8922	0,7724		0,8	Expontl	31,7550	-
01/Nov	0,5	Weibull	68,3538	1,9954	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Gamma	21,7817	2,9141		0,6	**		
	0,7	Gamma	20,4829	3,2824		0,7	**		
	0,8	Lnormal	4,0206	0,6587		0,8	Expontl	31,2225	-

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão, a fdp Expontl utilizada o parâmetro escalar. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice J – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), exponencial (Expontl), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Weibull	61,6599	1,9525	15/Nov	0,5	Lnormal	4,1873	0,4595
	0,6	Lnormal	3,9460	0,4735		0,6	Expontl	66,5443	-
	0,7	Weibull	73,8125	2,1337		0,7	Expontl	70,9796	-
	0,8	Gamma	18,8112	3,8413		0,8	Expontl	73,0942	-
15/Ago	0,5	Lnormal	3,8575	0,6562	01/Dez	0,5	Gamma	19,9345	2,8433
	0,6	Lnormal	3,8514	0,5707		0,6	Weibull	72,7406	1,8868
	0,7	Lnormal	4,0283	0,6636		0,7	Weibull	76,8820	1,8223
	0,8	Lnormal	4,2106	0,5563		0,8	Gamma	30,4550	2,6531
01/Set	0,5	Lnormal	3,8766	0,5319	15/Dez	0,5	Lnormal	3,8066	0,6203
	0,6	Lnormal	4,0269	0,4981		0,6	Lnormal	3,8893	0,6292
	0,7	Lnormal	4,2300	0,4596		0,7	Weibull	77,7917	1,6118
	0,8	Gamma	24,5131	3,4477		0,8	Weibull	82,2879	1,5296
15/Set	0,5	Lnormal	3,8821	0,5281	01/Jan	0,5	Weibull	65,5714	2,5407
	0,6	Gamma	16,3456	3,7879		0,6	Expontl	60,5059	-
	0,7	Gamma	16,3924	4,6302		0,7	Weibull	71,8010	2,0479
	0,8	Gamma	17,3539	5,0452		0,8	Weibull	78,9857	1,7447
01/Out	0,5	Lnormal	4,0313	0,5000	15/Jan	0,5	Gamma	6,6018	6,4673
	0,6	Lnormal	4,2067	0,5138		0,6	Weibull	50,7174	2,0110
	0,7	Lnormal	4,3931	0,4284		0,7	Lnormal	3,6231	0,4995
	0,8	Gamma	18,9669	5,4145		0,8	Weibull	52,0166	1,9470
15/Out	0,5	Lnormal	3,9658	0,5450	01/Fev	0,5	Normal	40,3750	0,1698
	0,6	Lnormal	4,1541	0,5226		0,6	Weibull	44,2613	2,8007
	0,7	Lnormal	4,3942	0,4270		0,7	Lnormal	3,4077	0,4493
	0,8	Gamma	23,4609	4,1693		0,8	Lnormal	3,4556	0,5399
01/Nov	0,5	Lnormal	3,9892	0,5274	15/Fev	0,5	Gamma	5,6058	3,2673
	0,6	Weibull	79,5515	2,1886		0,6	Gamma	6,2018	2,6784
	0,7	Lnormal	4,3873	0,4365		0,7	Normal	37,4980	12,2028
	0,8	Weibull	110,2986	2,2274		0,8	Weibull	45,4226	2,3708

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão, a fdp Expontl utilizada o parâmetro escalar.

Apêndice L – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) , Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Gamma	14,5179	3,5762	15/Nov	0,5	Weibull	68,5566	1,7813
	0,6	Gamma	16,8391	3,9004		0,6	Lnormal	4,0055	0,5805
	0,7	Gamma	19,0319	3,8107		0,7	Weibull	82,7330	1,8725
	0,8	Weibull	85,5746	1,8854		0,8	Gamma	27,9008	3,0200
15/Ago	0,5	Lnormal	3,9005	0,6030	01/Dez	0,5	Lnormal	3,9337	0,5826
	0,6	Gamma	20,2988	3,2283		0,6	Gamma	25,2489	2,7096
	0,7	Lnormal	4,1963	0,5450		0,7	Weibull	89,8809	2,0353
	0,8	Gamma	18,2805	4,7392		0,8	Weibull	97,8020	1,8763
01/Set	0,5	Gamma	13,0297	4,8781	15/Dez	0,5	Weibull	60,7741	1,7845
	0,6	Lnormal	4,1602	0,4544		0,6	Weibull	64,4729	1,6663
	0,7	Gamma	18,4953	4,5045		0,7	Weibull	79,9617	1,8334
	0,8	Normal	90,8797	41,3957		0,8	Weibull	86,9967	1,7444
15/Set	0,5	Gamma	14,0368	4,7020	01/Jan	0,5	Gamma	11,8721	4,1921
	0,6	Gamma	13,1415	5,6995		0,6	Weibull	59,4810	1,6738
	0,7	Gamma	15,8993	5,4326		0,7	Weibull	59,9451	1,4775
	0,8	Weibull	103,4454	2,1829		0,8	Weibull	66,6873	1,4477
01/Out	0,5	Lnormal	4,1988	0,4782	15/Jan	0,5	Lnormal	3,5081	0,4163
	0,6	Gamma	17,1258	5,0035		0,6	Lnormal	3,5685	0,5086
	0,7	Weibull	108,6699	2,3483		0,7	Gamma	16,2276	2,7964
	0,8	Normal	107,7330	49,5884		0,8	Weibull	56,6401	1,7406
15/Out	0,5	Weibull	80,2700	2,3475	01/Fev	0,5	Lnormal	3,2598	0,3780
	0,6	Gamma	20,2936	4,1086		0,6	Weibull	34,0888	2,1301
	0,7	Weibull	107,0986	2,3901		0,7	Lnormal	3,3834	0,5883
	0,8	Normal	106,7128	46,3418		0,8	Gamma	11,7286	3,4467
01/Nov	0,5	Lnormal	4,1906	0,4938	15/Fev	0,5	Lnormal	3,5677	0,4298
	0,6	Gamma	22,0349	3,7195		0,6	Weibull	38,6550	2,6029
	0,7	Normal	94,7008	42,4246		0,7	Lnormal	3,1050	0,6442
	0,8	Weibull	118,5964	2,4826		0,8	Normal	22,4844	27,8718

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão.

Apêndice M – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) , Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	B*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	3,8184	0,4132	15/Nov	0,5	Lnormal	4,0953	0,4667
	0,6	Lnormal	3,9148	0,4677		0,6	Lnormal	3,9947	0,5508
	0,7	Lnormal	4,0024	0,5357		0,7	Gamma	24,9859	2,6928
	0,8	Gamma	16,8078	4,1639		0,8	Weibull	77,8610	1,5338
15/Ago	0,5	Lnormal	3,8861	0,6230	01/Dez	0,5	Gamma	17,0833	3,5696
	0,6	Lnormal	3,8768	0,5606		0,6	Gamma	20,1591	3,1033
	0,7	Weibull	75,1348	1,8322		0,7	Gamma	23,9442	2,8711
	0,8	Lnormal	4,2031	0,5702		0,8	Weibull	88,9782	1,7322
01/Set	0,5	Lnormal	3,8782	0,5073	15/Dez	0,5	Lnormal	3,8550	0,5610
	0,6	Lnormal	3,9981	0,4773		0,6	Lnormal	3,9902	0,5720
	0,7	Lnormal	4,1530	0,4780		0,7	Lnormal	3,9831	0,7288
	0,8	Lnormal	4,2740	0,4358		0,8	Weibull	79,6886	1,6183
15/Set	0,5	Lnormal	3,8683	0,5356	01/Jan	0,5	Normal	53,0056	20,9313
	0,6	Lnormal	3,9219	0,5364		0,6	Lnormal	3,9613	0,5094
	0,7	Weibull	81,4917	2,2981		0,7	Lnormal	3,9737	0,5815
	0,8	Lnormal	4,3186	0,4830		0,8	Gamma	23,1721	2,8809
01/Out	0,5	Lnormal	4,0481	0,5038	15/Jan	0,5	Weibull	43,9970	5,1691
	0,6	Lnormal	4,1842	0,5279		0,6	Lnormal	3,7037	0,4133
	0,7	Lnormal	4,3779	0,4397		0,7	Gamma	10,7023	4,0228
	0,8	Lnormal	4,5063	0,4807		0,8	Weibull	52,6468	1,9073
15/Out	0,5	Lnormal	4,0242	0,5127	01/Fev	0,5	Lnormal	3,7731	0,1278
	0,6	Weibull	79,5367	2,1884		0,6	Normal	43,9413	18,8694
	0,7	Lnormal	4,3704	0,4585		0,7	Lnormal	3,5929	0,3861
	0,8	Gamma	20,8859	4,6672		0,8	Weibull	40,7528	1,9378
01/Nov	0,5	Lnormal	3,9970	0,4923	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	4,0358	0,5361		0,6	Lnormal	3,6065	0,2917
	0,7	Lnormal	4,3439	0,4818		0,7	Lnormal	3,5680	0,3731
	0,8	Gamma	19,7400	4,8605		0,8	Weibull	44,1509	3,1742

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice N – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para o solo Santa Maria, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Weibull	64,5101	2,6605	15/Nov	0,5	Lnormal	4,1426	0,4570
	0,6	Gamma	15,1488	2,9554		0,6	Weibull	74,4761	2,7162
	0,7	Lnormal	3,5880	0,7340		0,7	Weibull	70,2879	1,6580
	0,8	Lnormal	3,7397	0,7017		0,8	Gamma	31,5887	2,0474
15/Ago	0,5	Gamma	17,9180	2,5216	01/Dez	0,5	Weibull	74,1446	2,4538
	0,6	Lnormal	3,8151	0,5866		0,6	Lnormal	3,9501	0,5615
	0,7	Lnormal	3,7419	0,7385		0,7	Lnormal	3,7533	0,6699
	0,8	Lnormal	3,7247	0,6982		0,8	Lnormal	3,8997	0,7032
01/Set	0,5	Lnormal	3,9149	0,5279	15/Dez	0,5	Weibull	57,3560	1,9958
	0,6	Lnormal	3,8304	0,4737		0,6	Gamma	16,9343	3,2828
	0,7	Lnormal	3,7394	0,5326		0,7	Lnormal	3,6725	0,7168
	0,8	Lnormal	3,7692	0,6304		0,8	Lnormal	3,8850	0,6632
15/Set	0,5	Lnormal	3,7489	0,5674	01/Jan	0,5	Lnormal	3,5410	0,5483
	0,6	Lnormal	3,6753	0,5583		0,6	Lnormal	3,8344	0,3400
	0,7	Lnormal	3,8072	0,4838		0,7	Gamma	13,3028	3,7013
	0,8	Lnormal	3,8209	0,6244		0,8	Weibull	58,2034	1,9421
01/Out	0,5	Lnormal	3,9077	0,4611	15/Jan	0,5	Normal	34,0500	0,2086
	0,6	Lnormal	3,8977	0,4832		0,6	Weibull	34,6741	24,7745
	0,7	Lnormal	3,8897	0,5716		0,7	Normal	35,3350	14,4814
	0,8	Lnormal	3,9769	0,6366		0,8	Weibull	42,5569	2,0849
15/Out	0,5	Lnormal	4,1006	0,4499	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	3,9843	0,4924		0,6	Normal	37,9450	7,2187
	0,7	Weibull	65,9480	1,5721		0,7	Normal	38,1450	13,7017
	0,8	Lnormal	3,9058	0,6746		0,8	Weibull	42,1131	2,0640
01/Nov	0,5	Lnormal	3,7117	0,7437	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	3,8935	0,6473		0,6	Normal	23,5000	15,1661
	0,7	Weibull	69,5024	1,5853		0,7	Weibull	38,7975	2,3706
	0,8	Gamma	26,7475	2,4694		0,8	Lnormal	3,3712	0,5415

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice O – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Weibull	52,3132	1,8053	15/Nov	0,5	Lnormal	3,9719	0,5221
	0,6	Weibull	55,8978	2,0299		0,6	Gamma	24,7819	2,3789
	0,7	Lnormal	3,6998	0,6661		0,7	Lnormal	3,7140	0,7412
	0,8	Lnormal	3,7518	0,7019		0,8	Weibull	62,4900	1,3216
15/Ago	0,5	Gamma	18,2388	2,4438	01/Dez	0,5	Lnormal	3,8073	0,5301
	0,6	Lnormal	3,7157	0,5980		0,6	Gamma	20,6267	2,6007
	0,7	Lnormal	3,7129	0,7084		0,7	Gamma	23,9680	2,5300
	0,8	Weibull	65,9912	1,6220		0,8	Weibull	68,9218	1,4566
01/Set	0,5	Lnormal	3,6724	0,4306	15/Dez	0,5	Gamma	13,4026	3,4072
	0,6	Lnormal	3,7365	0,6206		0,6	Weibull	52,7505	1,7086
	0,7	Lnormal	3,7331	0,7052		0,7	Weibull	65,5856	1,7505
	0,8	Lnormal	3,9642	0,5537		0,8	Gamma	28,8446	2,1349
15/Set	0,5	Lnormal	3,7812	0,4287	01/Jan	0,5	Lnormal	3,6017	0,3555
	0,6	Gamma	15,0949	3,3129		0,6	Gamma	11,8186	3,8529
	0,7	Lnormal	3,8770	0,6098		0,7	Weibull	54,7325	2,2692
	0,8	Weibull	73,4834	1,9530		0,8	Weibull	59,3589	1,6762
01/Out	0,5	Lnormal	3,8004	0,4720	15/Jan	0,5	Weibull	30,4884	27,3795
	0,6	Lnormal	3,9317	0,5344		0,6	Weibull	38,6705	3,2948
	0,7	Lnormal	4,0615	0,5564		0,7	Weibull	40,8622	2,1749
	0,8	Lnormal	4,2263	0,5154		0,8	Weibull	39,1447	1,5793
15/Out	0,5	Lnormal	3,7688	0,6161	01/Fev	0,5	Normal	28,3600	6,5848
	0,6	Lnormal	3,8042	0,6871		0,6	Normal	30,5544	14,1203
	0,7	Lnormal	3,9917	0,6183		0,7	Lnormal	3,2383	0,5593
	0,8	Lnormal	4,1939	0,5324		0,8	Weibull	38,1912	1,7683
01/Nov	0,5	Lnormal	3,7954	0,6257	15/Fev	0,5	Lnormal	3,4806	0,2125
	0,6	Lnormal	3,8099	0,6274		0,6	Weibull	36,2059	3,5570
	0,7	Lnormal	4,0395	0,5713		0,7	Weibull	41,1779	4,0546
	0,8	Lnormal	4,1772	0,6211		0,8	Gamma	10,6617	3,0525

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão.

Apêndice P – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para o solo Vacacaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Normal	50,7971	14,1277	15/Nov	0,5	Lnormal	4,1546	0,3498
	0,6	Normal	53,5000	25,5796		0,6	Lnormal	4,2603	0,4410
	0,7	Gamma	17,9266	2,9386		0,7	Normal	74,1090	36,8535
	0,8	Weibull	62,5548	1,7684		0,8	Weibull	77,0282	1,5336
15/Ago	0,5	Lnormal	3,6359	0,7821	01/Dez	0,5	Weibull	78,2797	2,7795
	0,6	Gamma	21,3794	2,3448		0,6	Normal	75,0720	34,1156
	0,7	Lnormal	3,7876	0,6886		0,7	Weibull	73,9148	1,6364
	0,8	Weibull	62,5158	1,7167		0,8	Lnormal	3,8337	0,7387
01/Set	0,5	Gamma	14,5609	3,4886	15/Dez	0,5	Lnormal	3,6524	0,6904
	0,6	Lnormal	3,8818	0,5674		0,6	Lnormal	3,7002	0,7521
	0,7	Lnormal	3,7536	0,4837		0,7	Lnormal	3,9519	0,5563
	0,8	Lnormal	3,7544	0,6105		0,8	Weibull	64,8304	1,4638
15/Set	0,5	Gamma	15,4230	3,5525	01/Jan	0,5	Weibull	39,3779	2,7221
	0,6	Lnormal	3,8578	0,4823		0,6	Weibull	53,1625	4,5414
	0,7	Lnormal	3,7284	0,6054		0,7	Gamma	7,5057	6,3079
	0,8	Lnormal	3,8790	0,5746		0,8	Gamma	18,8833	2,9357
01/Out	0,5	Normal	64,8333	44,2817	15/Jan	0,5	**		
	0,6	Weibull	65,4656	1,9117		0,6	Weibull	42,7602	65,8767
	0,7	Lnormal	3,9192	0,5178		0,7	Lnormal	3,6253	0,3330
	0,8	Lnormal	3,9695	0,5955		0,8	Gamma	6,7890	5,8288
15/Out	0,5	Normal	59,5500	39,5366	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	4,1757	0,5136		0,6	**		
	0,7	Weibull	73,3206	1,7102		0,7	Normal	46,3450	17,0464
	0,8	Lnormal	3,8790	0,7328		0,8	Weibull	51,3663	3,4588
01/Nov	0,5	Normal	53,6706	29,5483	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	3,8373	0,7445		0,6	**		
	0,7	Weibull	71,9259	1,5542		0,7	Weibull	53,9415	2,3090
	0,8	Gamma	27,1421	2,3223		0,8	Lnormal	3,4669	0,5795

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice Q – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Normal	47,4248	24,1578	15/Nov	0,5	Gamma	11,3532	5,4035
	0,6	Lnormal	3,9027	0,5498		0,6	Lnormal	3,9057	0,5522
	0,7	Weibull	68,5952	1,9268		0,7	Weibull	76,4114	1,8207
	0,8	Lnormal	4,0508	0,5987		0,8	Weibull	80,6302	1,7548
15/Ago	0,5	Lnormal	3,8409	0,5695	01/Dez	0,5	Lnormal	4,0244	0,5390
	0,6	Lnormal	3,8645	0,5712		0,6	Gamma	21,9807	2,8700
	0,7	Weibull	78,8506	1,9341		0,7	Gamma	26,4544	2,6747
	0,8	Gamma	19,2866	3,9854		0,8	Gamma	32,6196	2,4192
01/Set	0,5	Gamma	18,7327	2,9440	15/Dez	0,5	Gamma	22,8099	2,3949
	0,6	Lnormal	3,8569	0,6112		0,6	Lnormal	3,8852	0,7016
	0,7	Gamma	16,3150	4,2974		0,7	Gamma	31,3382	2,1322
	0,8	Weibull	94,1298	2,3549		0,8	Gamma	33,3175	2,3348
15/Set	0,5	Lnormal	3,9438	0,4872	01/Jan	0,5	Gamma	7,8145	6,0486
	0,6	Gamma	19,7893	3,3116		0,6	Lnormal	4,0122	0,4633
	0,7	Lnormal	4,1587	0,6427		0,7	Weibull	72,2622	1,8042
	0,8	Gamma	20,5970	4,2393		0,8	Weibull	71,7986	1,5958
01/Out	0,5	Lnormal	4,0297	0,5261	15/Jan	0,5	Gamma	6,5572	6,9041
	0,6	Weibull	83,5935	2,3756		0,6	Lnormal	3,8341	0,4041
	0,7	Gamma	13,2566	6,5174		0,7	Lnormal	3,6850	0,5004
	0,8	Gamma	20,2837	4,9165		0,8	Weibull	57,6634	2,0069
15/Out	0,5	Lnormal	3,9387	0,6017	01/Fev	0,5	Gamma	6,1701	3,8524
	0,6	Gamma	20,4686	3,6847		0,6	Gamma	7,8703	6,2802
	0,7	Gamma	16,7169	5,3652		0,7	Lnormal	3,6204	0,5092
	0,8	Gamma	21,2366	4,6894		0,8	Lnormal	3,5056	0,6274
01/Nov	0,5	Lnormal	3,8453	0,5931	15/Fev	0,5	Gamma	4,2709	2,6554
	0,6	Lnormal	4,0952	0,5503		0,6	Normal	31,3200	1,2836
	0,7	Gamma	17,2490	5,1491		0,7	Normal	37,8160	12,8258
	0,8	Gamma	22,7359	4,3069		0,8	Weibull	53,5482	3,0415

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão.

Apêndice R – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Gamma	13,6134	3,8192	15/Nov	0,5	Lnormal	3,9160	0,5686
	0,6	Gamma	17,4105	3,2697		0,6	Gamma	17,5731	3,5660
	0,7	Gamma	21,6645	3,0393		0,7	Gamma	25,0930	2,8626
	0,8	Gamma	24,0500	3,1352		0,8	Gamma	29,8897	2,7144
15/Ago	0,5	Gamma	14,4256	3,9414	01/Dez	0,5	Gamma	19,7957	2,8478
	0,6	Gamma	16,4979	4,1253		0,6	Gamma	25,1778	2,5727
	0,7	Gamma	22,5097	3,2696		0,7	Weibull	86,5508	1,9851
	0,8	Gamma	26,3581	3,1189		0,8	Lnormal	4,3831	0,5556
01/Set	0,5	Gamma	15,4462	3,9888	15/Dez	0,5	Lnormal	3,8411	0,6250
	0,6	Gamma	11,9627	5,8918		0,6	Gamma	24,8821	2,5344
	0,7	Gamma	16,0181	5,0156		0,7	Gamma	23,1044	3,1217
	0,8	Gamma	26,9798	3,2477		0,8	Gamma	30,3268	2,6486
15/Set	0,5	Gamma	12,7298	5,0776	01/Jan	0,5	Lnormal	3,7738	0,5517
	0,6	Gamma	15,0173	4,9102		0,6	Gamma	20,0013	2,4213
	0,7	Gamma	15,5084	5,4178		0,7	Gamma	28,2042	1,9218
	0,8	Normal	88,2770	42,2447		0,8	Gamma	30,6627	1,9769
01/Out	0,5	Gamma	14,3431	4,9850	15/Jan	0,5	Gamma	6,6052	5,9270
	0,6	Weibull	92,4447	2,5006		0,6	Normal	42,5265	21,5542
	0,7	Weibull	102,1629	2,3024		0,7	Gamma	17,6021	2,6412
	0,8	Weibull	117,4899	2,4801		0,8	Gamma	21,6326	2,3631
15/Out	0,5	Gamma	14,6087	4,7938	01/Fev	0,5	Gamma	3,5321	8,7176
	0,6	Gamma	18,5189	4,6542		0,6	Gamma	8,1884	3,6970
	0,7	Weibull	105,5742	2,4889		0,7	Gamma	12,1753	3,0392
	0,8	Gamma	31,1517	3,4762		0,8	Gamma	15,9547	2,4313
01/Nov	0,5	Lnormal	4,2223	0,4248	15/Fev	0,5	Gamma	3,6068	9,9002
	0,6	Weibull	94,2585	2,4862		0,6	Weibull	35,6450	2,0816
	0,7	Normal	91,6172	41,4845		0,7	Gamma	12,4590	2,2009
	0,8	Normal	105,0853	45,8123		0,8	Gamma	14,3041	1,8339

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão.

Apêndice S – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Normal	45,9509	23,1205	15/Nov	0,5	Lnormal	3,9875	0,3985
	0,6	Gamma	11,5039	4,7438		0,6	Lnormal	3,9472	0,5330
	0,7	Gamma	17,4954	3,3183		0,7	Gamma	20,4540	2,9947
	0,8	Gamma	20,3104	3,2922		0,8	Gamma	27,0116	2,5757
15/Ago	0,5	Gamma	12,1306	4,8410	01/Dez	0,5	Gamma	17,9437	3,3738
	0,6	Lnormal	3,8811	0,5767		0,6	Gamma	18,4258	3,2287
	0,7	Gamma	17,9789	3,6697		0,7	Gamma	23,3849	2,9665
	0,8	Gamma	18,9690	3,8887		0,8	Gamma	28,1274	2,8228
01/Set	0,5	Gamma	12,9631	4,2572	15/Dez	0,5	Gamma	19,6470	3,0369
	0,6	Gamma	18,3297	3,0059		0,6	Lnormal	3,9621	0,5999
	0,7	Gamma	16,9260	3,9311		0,7	Gamma	30,1463	2,1755
	0,8	Gamma	18,3992	4,3618		0,8	Gamma	38,0886	1,9303
15/Set	0,5	Gamma	10,5275	5,3396	01/Jan	0,5	Gamma	11,4222	4,4602
	0,6	Lnormal	4,0111	0,4917		0,6	Gamma	13,9970	4,2698
	0,7	Weibull	81,2906	2,1451		0,7	Gamma	18,9024	3,2011
	0,8	Gamma	19,2903	4,2683		0,8	Gamma	27,5178	2,3324
01/Out	0,5	Gamma	14,4375	4,3743	15/Jan	0,5	Gamma	3,6156	11,3469
	0,6	Gamma	16,9683	4,3771		0,6	Gamma	6,5654	6,7931
	0,7	Gamma	14,2519	5,9160		0,7	Gamma	10,7588	4,2390
	0,8	Gamma	21,0065	4,5544		0,8	Gamma	15,8501	3,1873
15/Out	0,5	Lnormal	3,9200	0,6122	01/Fev	0,5	Gamma	1,3232	33,1762
	0,6	Gamma	18,3860	3,8842		0,6	Gamma	5,6893	7,0790
	0,7	Gamma	16,9154	5,2317		0,7	Gamma	6,3730	6,2769
	0,8	Gamma	21,6214	4,3785		0,8	Lnormal	3,3999	0,6635
01/Nov	0,5	Gamma	14,8391	3,9595	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Gamma	19,9839	3,2363		0,6	Gamma	2,8895	2,6879
	0,7	Gamma	15,7186	5,3466		0,7	Lnormal	3,5453	0,4004
	0,8	Gamma	19,0834	5,1356		0,8	Gamma	5,7008	5,7062

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice T – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para o solo Santa Maria, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Gamma	12,4612	4,3094	15/Nov	0,5	Lnormal	4,1092	0,4771
	0,6	Gamma	10,0664	4,6125		0,6	Lnormal	3,9441	0,4693
	0,7	Gamma	18,7952	2,6611		0,7	Lnormal	3,7628	0,6327
	0,8	Gamma	26,5686	2,0887		0,8	Lnormal	3,8547	0,7038
15/Ago	0,5	Gamma	14,2811	3,0974	01/Dez	0,5	Normal	51,2000	34,0919
	0,6	Gamma	16,8879	2,8314		0,6	Lnormal	3,9377	0,5563
	0,7	Gamma	18,2347	2,7347		0,7	Gamma	26,1828	2,1241
	0,8	Gamma	17,7814	2,6146		0,8	Gamma	28,3050	2,1211
01/Set	0,5	Gamma	19,0374	2,8836	15/Dez	0,5	Gamma	20,4865	2,3734
	0,6	Gamma	15,2376	3,3020		0,6	Gamma	25,2543	2,3330
	0,7	Gamma	13,6320	3,6349		0,7	Lnormal	3,7180	0,6547
	0,8	Gamma	22,1420	2,3499		0,8	Gamma	24,7702	2,2828
15/Set	0,5	Gamma	16,2382	3,2921	01/Jan	0,5	Gamma	4,9560	6,6872
	0,6	Gamma	15,8186	2,8475		0,6	Gamma	3,2667	13,7166
	0,7	Lnormal	3,7870	0,5668		0,7	Gamma	13,6155	3,7870
	0,8	Gamma	18,4182	2,9273		0,8	Gamma	19,3915	2,7719
01/Out	0,5	Gamma	6,3823	8,3760	15/Jan	0,5	Gamma	7,6233	4,8916
	0,6	Gamma	15,6639	3,5800		0,6	Gamma	3,0915	10,9361
	0,7	Lnormal	3,8479	0,5518		0,7	Gamma	4,1192	9,5361
	0,8	Gamma	21,5508	2,9363		0,8	Weibull	42,8221	2,7675
15/Out	0,5	Lnormal	3,9921	0,3600	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Gamma	12,9122	4,5376		0,6	Gamma	7,1783	6,4893
	0,7	Gamma	20,2774	2,9563		0,7	Lnormal	3,6603	0,4666
	0,8	Gamma	25,2586	2,5667		0,8	Weibull	45,3339	1,7957
01/Nov	0,5	Gamma	17,9330	3,2244	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Gamma	19,7281	2,8274		0,6	Gamma	3,1948	13,5784
	0,7	Gamma	22,5851	2,5209		0,7	Gamma	2,9948	11,6584
	0,8	Gamma	26,4826	2,3890		0,8	Gamma	2,6600	9,8335

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão, a fdp Exponencial utilizada o parâmetro escalar. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice U – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Gamma	14,7597	3,2549	15/Nov	0,5	Gamma	14,4659	3,8024
	0,6	Gamma	15,4424	3,2118		0,6	Gamma	19,1980	2,7885
	0,7	Gamma	20,6492	2,4872		0,7	Lnormal	3,6785	0,6991
	0,8	Gamma	26,9373	1,8201		0,8	Lnormal	3,7611	0,7781
15/Ago	0,5	Gamma	20,9989	2,0874	01/Dez	0,5	Lnormal	3,7685	0,5036
	0,6	Lnormal	3,7025	0,5824		0,6	Weibull	59,0496	1,5414
	0,7	Lnormal	3,7039	0,6547		0,7	Lnormal	3,9264	0,6362
	0,8	Lnormal	3,7781	0,7069		0,8	Gamma	34,4295	1,8467
01/Set	0,5	Lnormal	3,6710	0,5015	15/Dez	0,5	Lnormal	3,7284	0,5894
	0,6	Lnormal	3,7900	0,5627		0,6	Weibull	53,4828	1,5573
	0,7	Lnormal	3,7861	0,6396		0,7	Lnormal	3,8330	0,7195
	0,8	Lnormal	3,9224	0,6358		0,8	Gamma	29,5282	2,0591
15/Set	0,5	Lnormal	3,7097	0,4176	01/Jan	0,5	Lnormal	3,6062	0,3475
	0,6	Lnormal	3,7870	0,5313		0,6	Normal	43,4574	23,3632
	0,7	Lnormal	3,8165	0,6140		0,7	Weibull	57,0955	1,9462
	0,8	Lnormal	4,0082	0,5930		0,8	Weibull	56,5528	1,6571
01/Out	0,5	Lnormal	3,7995	0,5247	15/Jan	0,5	Lnormal	3,4576	0,1417
	0,6	Lnormal	3,9473	0,5054		0,6	Weibull	42,5384	4,3550
	0,7	Lnormal	4,0660	0,5073		0,7	Weibull	41,6965	2,5504
	0,8	Lnormal	4,1895	0,5118		0,8	Weibull	41,4625	1,6303
15/Out	0,5	Lnormal	3,8127	0,4756	01/Fev	0,5	Gamma	3,9140	9,4736
	0,6	Lnormal	3,8529	0,6443		0,6	Gamma	7,8414	4,6248
	0,7	Lnormal	3,9490	0,7073		0,7	Gamma	10,3934	3,1448
	0,8	Lnormal	4,1674	0,5538		0,8	Gamma	13,8213	2,3265
01/Nov	0,5	Lnormal	3,7810	0,6482	15/Fev	0,5	Gamma	3,6890	6,5486
	0,6	Lnormal	3,8371	0,6073		0,6	Gamma	2,3573	12,5778
	0,7	Lnormal	3,9815	0,6085		0,7	Normal	35,9700	13,9373
	0,8	Lnormal	4,1621	0,5939		0,8	Gamma	11,1992	3,0520

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão.

Apêndice V – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar a lâmina anual de irrigação, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para o solo Vacacaí, sob quatro diferentes manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Gamma	6,3308	8,0372	15/Nov	0,5	Gamma	5,6535	12,0163
	0,6	Weibull	63,0531	2,5982		0,6	Lnormal	4,1812	0,4070
	0,7	Weibull	53,9905	1,7036		0,7	Gamma	13,6023	5,1064
	0,8	Lnormal	3,6583	0,8258		0,8	Weibull	74,6037	2,0354
15/Ago	0,5	Lnormal	3,6254	0,8528	01/Dez	0,5	Gamma	19,6925	3,4825
	0,6	Lnormal	3,7300	0,5989		0,6	Normal	70,1342	40,1321
	0,7	Gamma	18,5133	2,5065		0,7	Lnormal	3,9524	0,6664
	0,8	Lnormal	3,7084	0,7572		0,8	Weibull	72,7623	1,4559
01/Set	0,5	Weibull	59,5055	1,5850	15/Dez	0,5	Gamma	22,3197	2,5857
	0,6	Lnormal	3,7857	0,6462		0,6	Weibull	62,8310	1,4299
	0,7	Lnormal	3,7154	0,5786		0,7	Weibull	69,7841	1,4491
	0,8	Lnormal	3,7462	0,6146		0,8	Gamma	31,6155	1,9348
15/Set	0,5	Gamma	16,1531	3,0778	01/Jan	0,5	Gamma	12,1989	3,9260
	0,6	Lnormal	3,8729	0,5874		0,6	Gamma	12,0553	4,6535
	0,7	Lnormal	3,6536	0,6862		0,7	Gamma	14,1947	3,7931
	0,8	Lnormal	3,7638	0,6492		0,8	Gamma	19,0093	2,9657
01/Out	0,5	Lnormal	4,0747	0,4922	15/Jan	0,5	**		
	0,6	Lnormal	3,9460	0,3875		0,6	Gamma	7,2812	4,8358
	0,7	Lnormal	3,9068	0,5274		0,7	Gamma	2,1953	14,9937
	0,8	Lnormal	3,9744	0,6029		0,8	Gamma	5,4810	7,1561
15/Out	0,5	Weibull	69,1186	1,4835	01/Fev	0,5	Gamma	6,9833	9,5194
	0,6	Lnormal	3,9801	0,5921		0,6	Gamma	5,3595	13,4298
	0,7	Lnormal	3,8944	0,5229		0,7	Gamma	12,4632	5,1663
	0,8	Lnormal	3,9285	0,6531		0,8	Gamma	16,4265	4,0203
01/Nov	0,5	Normal	59,8871	26,3101	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Normal	66,6075	46,0800		0,6	**		
	0,7	Weibull	71,5585	1,6929		0,7	Gamma	13,7650	4,6891
	0,8	Gamma	28,2918	2,2854		0,8	Gamma	19,3367	2,7040

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice W – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Alto das Canas e Cambai, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Normal	1,7200	0,7371	15/Nov	0,5	Weibull	1,9713	2,2098
	0,6	Normal	2,0667	1,0148		0,6	Lnormal	0,5511	0,5761
	0,7	Lnormal	0,8994	0,6116		0,7	Lnormal	0,7720	0,7072
	0,8	Weibull	5,2882	1,9558		0,8	Gamma	2,1321	2,0227
15/Ago	0,5	Lnormal	0,3797	0,4352	01/Dez	0,5	Lnormal	0,5398	0,5912
	0,6	Lnormal	0,5198	0,5610		0,6	Gamma	1,0223	2,4167
	0,7	Gamma	0,9009	3,2399		0,7	Weibull	4,2783	1,6395
	0,8	Gamma	1,3069	3,8672		0,8	Weibull	7,3715	1,8225
01/Set	0,5	Lnormal	0,4006	0,4274	15/Dez	0,5	Lnormal	0,5499	0,5425
	0,6	Lnormal	0,6082	0,5406		0,6	Weibull	3,0105	1,6100
	0,7	Gamma	0,7286	4,3462		0,7	Weibull	3,9330	1,4176
	0,8	Lnormal	1,6072	0,4619		0,8	Weibull	6,0652	1,4299
15/Set	0,5	Lnormal	0,3654	0,4639	01/Jan	0,5	Lnormal	0,5263	0,5774
	0,6	Lnormal	0,5889	0,5460		0,6	Weibull	3,1768	1,6890
	0,7	Gamma	0,9554	3,3727		0,7	Weibull	3,8971	1,4972
	0,8	Weibull	6,2069	2,2266		0,8	Weibull	5,6478	1,3723
01/Out	0,5	Lnormal	0,4416	0,4922	15/Jan	0,5	Lnormal	0,0770	0,2310
	0,6	Lnormal	0,7859	0,5372		0,6	Lnormal	0,1733	0,3100
	0,7	Lnormal	1,2707	0,4470		0,7	Lnormal	0,4502	0,4631
	0,8	Lnormal	1,7595	0,5370		0,8	Weibull	3,2499	1,8583
15/Out	0,5	Lnormal	0,4589	0,5283	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,8596	0,5004		0,6	**		
	0,7	Weibull	4,6675	2,2735		0,7	Gamma	0,1654	8,5673
	0,8	Weibull	7,3928	2,2704		0,8	Weibull	2,4031	2,2424
01/Nov	0,5	Lnormal	0,4760	0,5463	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Gamma	0,8237	3,6422		0,6	**		
	0,7	Lnormal	1,4203	0,4553		0,7	Weibull	1,7785	4,0058
	0,8	Weibull	8,3965	2,2666		0,8	Weibull	2,7515	1,9996

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice X – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,3519	0,4102	15/Nov	0,5	Lnormal	0,3539	0,4330
	0,6	Lnormal	0,5066	0,5234		0,6	Lnormal	0,4670	0,5622
	0,7	Normal	2,7742	1,4767		0,7	Weibull	2,7928	1,5836
	0,8	Weibull	4,8689	2,0656		0,8	Weibull	4,9006	1,5633
15/Ago	0,5	Lnormal	0,3797	0,4743	01/Dez	0,5	Lnormal	0,4415	0,5372
	0,6	Lnormal	0,4416	0,5482		0,6	Lnormal	0,6508	0,6258
	0,7	Weibull	3,2082	1,9263		0,7	Lnormal	1,0682	0,6238
	0,8	Gamma	1,3839	3,5125		0,8	Weibull	6,5528	1,7413
01/Set	0,5	Lnormal	0,3527	0,4148	15/Dez	0,5	Weibull	2,1382	2,5755
	0,6	Weibull	2,3032	2,1662		0,6	Weibull	2,7465	1,6269
	0,7	Gamma	0,8333	3,7000		0,7	Weibull	3,7001	1,4579
	0,8	Lnormal	1,5033	0,4815		0,8	Weibull	5,5867	1,4160
15/Set	0,5	Lnormal	0,3217	0,4477	01/Jan	0,5	Lnormal	0,3973	0,4988
	0,6	Lnormal	0,5493	0,5624		0,6	Lnormal	0,6926	0,5771
	0,7	Gamma	0,8709	3,5406		0,7	Lnormal	0,9182	0,6978
	0,8	Lnormal	1,5435	0,4900		0,8	Weibull	5,4097	1,4528
01/Out	0,5	Lnormal	0,4093	0,4837	15/Jan	0,5	Lnormal	0,0770	0,2310
	0,6	Lnormal	0,7087	0,5071		0,6	Lnormal	0,1631	0,3031
	0,7	Weibull	4,2493	2,2593		0,7	Lnormal	0,4527	0,5004
	0,8	Lnormal	1,7040	0,5249		0,8	Weibull	3,1853	1,8930
15/Out	0,5	Lnormal	0,4099	0,5037	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,7601	0,5257		0,6	Lnormal	0,1155	0,2830
	0,7	Lnormal	1,1901	0,4913		0,7	Gamma	0,1579	8,7069
	0,8	Weibull	6,9644	2,0718		0,8	Lnormal	0,5162	0,5466
01/Nov	0,5	Lnormal	0,4062	0,5157	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,7906	0,5731		0,6	**		
	0,7	Weibull	4,8205	2,3742		0,7	Gamma	0,3774	4,6374
	0,8	Normal	6,6842	3,2056		0,8	Weibull	2,4468	2,7496

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice Y – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para o solo Santa Maria, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,1733	0,3135	15/Nov	0,5	Lnormal	0,3973	0,4449
	0,6	Lnormal	0,2376	0,4087		0,6	Weibull	2,3858	1,9938
	0,7	Lnormal	0,5443	0,5895		0,7	Gamma	1,1294	2,1582
	0,8	Weibull	3,1591	1,5615		0,8	Lnormal	0,8333	0,8290
15/Ago	0,5	Lnormal	0,3466	0,4509	01/Dez	0,5	Lnormal	0,2889	0,4159
	0,6	Lnormal	0,3531	0,4859		0,6	Lnormal	0,5071	0,5673
	0,7	Lnormal	0,5147	0,5863		0,7	Weibull	2,5635	1,5781
	0,8	Weibull	3,3635	1,4263		0,8	Weibull	4,0537	1,4104
01/Set	0,5	Lnormal	0,2445	0,3949	15/Dez	0,5	Lnormal	0,3226	0,4134
	0,6	Lnormal	0,2360	0,4394		0,6	Weibull	2,5567	3,1257
	0,7	Lnormal	0,4788	0,5477		0,7	Weibull	2,9311	1,6952
	0,8	Gamma	0,8786	3,6423		0,8	Weibull	4,6296	1,4404
15/Set	0,5	Lnormal	0,2270	0,3850	01/Jan	0,5	Lnormal	0,3178	0,4267
	0,6	Lnormal	0,3212	0,4723		0,6	Lnormal	0,4780	0,5038
	0,7	Weibull	2,3487	1,7367		0,7	Weibull	2,6645	1,5382
	0,8	Lnormal	0,9354	0,6276		0,8	Weibull	4,3147	1,6467
01/Out	0,5	Weibull	1,7010	1,6839	15/Jan	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,4259	0,5385		0,6	**		
	0,7	Lnormal	0,6212	0,6419		0,7	Lnormal	0,1890	0,3238
	0,8	Lnormal	1,0081	0,7174		0,8	Lnormal	0,4746	0,5420
15/Out	0,5	Lnormal	0,4700	0,4946	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,5263	0,5733		0,6	**		
	0,7	Weibull	2,9284	1,6061		0,7	Normal	1,3333	0,5774
	0,8	Gamma	1,7936	2,0133		0,8	Lnormal	0,3550	0,4629
01/Nov	0,5	Lnormal	0,3710	0,4786	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,5886	0,5402		0,6	**		
	0,7	Weibull	3,0276	1,5933		0,7	**		
	0,8	Weibull	4,9417	1,5838		0,8	Normal	1,5000	0,5774

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice Z – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) e Weibull e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação normal, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,1386	0,2923	15/Nov	0,5	Lnormal	0,1980	0,3382
	0,6	Weibull	1,6309	3,3017		0,6	Weibull	2,2493	2,9693
	0,7	Lnormal	0,4367	0,4726		0,7	Lnormal	0,7513	0,6545
	0,8	Weibull	2,8532	1,7357		0,8	Weibull	3,4565	1,2261
15/Ago	0,5	Lnormal	0,1733	0,3209	01/Dez	0,5	Lnormal	0,3973	0,4449
	0,6	Lnormal	0,3967	0,4759		0,6	Lnormal	0,5951	0,4702
	0,7	Weibull	2,1909	1,6009		0,7	Weibull	2,7216	1,6812
	0,8	Lnormal	0,7375	0,7255		0,8	Weibull	3,5804	1,3719
01/Set	0,5	Lnormal	0,0693	0,2192	15/Dez	0,5	Gamma	0,1555	8,7690
	0,6	Lnormal	0,2119	0,3756		0,6	Gamma	0,3872	4,3039
	0,7	Lnormal	0,3969	0,4551		0,7	Lnormal	0,8040	0,5285
	0,8	Weibull	2,6215	1,5614		0,8	Weibull	3,9631	1,5551
15/Set	0,5	Lnormal	0,2310	0,3466	01/Jan	0,5	Lnormal	0,2240	0,4286
	0,6	Lnormal	0,2673	0,4252		0,6	Lnormal	0,4301	0,5505
	0,7	Lnormal	0,4066	0,5225		0,7	Lnormal	0,5632	0,6884
	0,8	Weibull	3,0101	1,6896		0,8	Lnormal	0,8015	0,7622
01/Out	0,5	Lnormal	0,4149	0,5173	15/Jan	0,5	Lnormal	0,2310	0,4002
	0,6	Lnormal	0,3676	0,5315		0,6	**		
	0,7	Lnormal	0,5086	0,6032		0,7	Lnormal	0,1155	0,2830
	0,8	Lnormal	0,8640	0,6799		0,8	Lnormal	0,3888	0,4682
15/Out	0,5	Lnormal	0,3260	0,4039	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,4912	0,5447		0,6	**		
	0,7	Weibull	2,5298	1,6710		0,7	**		
	0,8	Lnormal	0,8536	0,7884		0,8	Lnormal	0,3466	0,4002
01/Nov	0,5	Lnormal	0,3286	0,3968	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	2,0165	2,0222		0,6	**		
	0,7	Weibull	2,7921	1,9716		0,7	**		
	0,8	Weibull	4,1804	1,5915		0,8	Lnormal	0,3466	0,4002

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma”. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AA – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,3073	0,4334	15/Nov	0,5	Weibull	2,1911	2,5016
	0,6	Weibull	2,1888	2,2534		0,6	Weibull	2,5368	1,8358
	0,7	Normal	2,7333	1,3629		0,7	Lnormal	0,9088	0,7157
	0,8	Normal	4,3750	2,1665		0,8	Weibull	5,1743	1,3685
15/Ago	0,5	Lnormal	0,4195	0,4740	01/Dez	0,5	Weibull	2,0111	2,1481
	0,6	Lnormal	0,4950	0,5412		0,6	Weibull	2,8848	1,8918
	0,7	Weibull	3,3890	1,7479		0,7	Gamma	1,1807	2,9644
	0,8	Lnormal	1,4495	0,5791		0,8	Weibull	6,6364	1,8052
01/Set	0,5	Lnormal	0,3486	0,4179	15/Dez	0,5	Weibull	2,1711	1,7265
	0,6	Gamma	0,5934	3,6109		0,6	Lnormal	0,7128	0,6654
	0,7	Gamma	0,6118	5,2302		0,7	Weibull	4,2971	1,4542
	0,8	Gamma	1,0957	4,7662		0,8	Weibull	6,3025	1,4133
15/Set	0,5	Lnormal	0,3654	0,4280	01/Jan	0,5	Lnormal	0,6711	0,5492
	0,6	Lnormal	0,5856	0,5276		0,6	Weibull	2,9160	1,6472
	0,7	Gamma	0,8201	4,0646		0,7	Lnormal	1,0053	0,7235
	0,8	Weibull	6,1724	2,2478		0,8	Weibull	6,0466	1,4400
01/Out	0,5	Lnormal	0,4476	0,4963	15/Jan	0,5	Lnormal	0,1629	0,3736
	0,6	Gamma	0,6762	3,7380		0,6	Lnormal	0,3043	0,4767
	0,7	Lnormal	1,2260	0,4617		0,7	Lnormal	0,5113	0,5521
	0,8	Lnormal	1,7418	0,5106		0,8	Weibull	3,3968	1,8838
15/Out	0,5	Lnormal	0,3765	0,5316	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,7811	0,5736		0,6	Lnormal	0,2310	0,3466
	0,7	Gamma	0,8438	4,6088		0,7	Lnormal	0,3260	0,4039
	0,8	Gamma	1,7354	3,5788		0,8	Weibull	2,7355	2,2936
01/Nov	0,5	Lnormal	0,4815	0,5146	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Gamma	0,7081	3,7265		0,6	**		
	0,7	Lnormal	1,3618	0,4468		0,7	Weibull	1,7785	4,0058
	0,8	Normal	6,9231	3,3434		0,8	Normal	2,5714	1,2724

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AB – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Weibull	2,6237	2,0493	15/Nov	0,5	Weibull	3,1470	1,7799
	0,6	Weibull	4,0450	2,1860		0,6	Gamma	1,0711	3,4144
	0,7	Weibull	5,7145	2,2529		0,7	Weibull	6,0920	1,8457
	0,8	Weibull	8,4186	1,9061		0,8	Weibull	9,8239	1,9047
15/Ago	0,5	Gamma	0,7407	3,6258	01/Dez	0,5	Normal	3,1143	1,5675
	0,6	Lnormal	1,1469	0,5620		0,6	Weibull	4,9296	1,8636
	0,7	Lnormal	1,5606	0,5257		0,7	Normal	6,5526	3,3019
	0,8	Lnormal	2,0619	0,4815		0,8	Weibull	11,4011	1,9122
01/Set	0,5	Lnormal	0,9464	0,4699	15/Dez	0,5	Lnormal	0,8693	0,6541
	0,6	Gamma	0,7072	5,5417		0,6	Weibull	4,1365	1,6165
	0,7	Weibull	6,6158	2,3612		0,7	Gamma	2,1831	2,7103
	0,8	Normal	9,1538	4,2211		0,8	Weibull	10,2493	1,6477
15/Set	0,5	Gamma	0,7046	4,2579	01/Jan	0,5	Weibull	2,9403	1,7263
	0,6	Lnormal	1,3300	0,4612		0,6	Weibull	3,7785	1,4655
	0,7	Gamma	1,2175	5,0835		0,7	Weibull	4,8625	1,3468
	0,8	Normal	9,2750	4,4548		0,8	Weibull	7,7643	1,3686
01/Out	0,5	Lnormal	1,0919	0,5035	15/Jan	0,5	Gamma	0,2412	6,9718
	0,6	Weibull	5,4087	2,3380		0,6	Weibull	2,6556	2,3611
	0,7	Gamma	1,8440	3,7543		0,7	Weibull	3,8903	1,9062
	0,8	Weibull	12,1071	2,2103		0,8	Weibull	6,1941	1,7606
15/Out	0,5	Normal	3,2632	1,5541	01/Fev	0,5	Lnormal	0,2310	0,3362
	0,6	Gamma	1,2152	3,8613		0,6	Gamma	0,3774	4,6374
	0,7	Normal	6,8462	3,1584		0,7	Weibull	3,0229	2,1294
	0,8	Weibull	12,2017	2,3162		0,8	Weibull	5,1121	2,0649
01/Nov	0,5	Gamma	0,7510	4,9562	15/Fev	0,5	Lnormal	0,4142	0,4772
	0,6	Weibull	5,6488	2,1645		0,6	Weibull	2,1444	2,3701
	0,7	Normal	7,4103	3,2259		0,7	Lnormal	0,4905	0,6345
	0,8	Normal	11,8250	4,9711		0,8	Lnormal	0,7790	0,8105

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão.

Apêndice AC – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,2205	0,3304	15/Nov	0,5	Lnormal	0,4508	0,4610
	0,6	Weibull	2,1029	2,2514		0,6	Weibull	2,3192	1,8417
	0,7	Weibull	2,9441	2,2794		0,7	Weibull	3,2479	1,6115
	0,8	Normal	4,1613	1,9510		0,8	Weibull	4,8107	1,4340
15/Ago	0,5	Lnormal	0,3938	0,4774	01/Dez	0,5	Weibull	2,0553	2,1261
	0,6	Lnormal	0,4823	0,5269		0,6	Lnormal	0,6544	0,5918
	0,7	Weibull	3,1970	1,8437		0,7	Gamma	1,1262	2,9352
	0,8	Weibull	5,4105	2,0159		0,8	Weibull	6,0680	1,7120
01/Set	0,5	Lnormal	0,3124	0,3972	15/Dez	0,5	Lnormal	0,4210	0,5322
	0,6	Weibull	2,2375	2,2381		0,6	Weibull	2,8245	1,7085
	0,7	Gamma	0,6341	4,6408		0,7	Weibull	3,8909	1,4643
	0,8	Lnormal	1,4682	0,4500		0,8	Weibull	5,7851	1,5018
15/Set	0,5	Lnormal	0,3139	0,4525	01/Jan	0,5	Weibull	2,1299	2,1838
	0,6	Weibull	2,1433	2,0807		0,6	Weibull	2,6242	1,7807
	0,7	Gamma	0,7789	3,9248		0,7	Lnormal	0,9049	0,6942
	0,8	Gamma	1,1295	4,5279		0,8	Weibull	5,3348	1,5595
01/Out	0,5	Lnormal	0,4128	0,5104	15/Jan	0,5	Lnormal	0,1386	0,2923
	0,6	Gamma	0,6995	3,4944		0,6	Lnormal	0,3093	0,4626
	0,7	Lnormal	1,1955	0,4596		0,7	Lnormal	0,5113	0,5586
	0,8	Lnormal	1,6813	0,5141		0,8	Weibull	3,3508	1,9440
15/Out	0,5	Lnormal	0,3883	0,5060	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,6979	0,5321		0,6	Lnormal	0,1733	0,3209
	0,7	Lnormal	1,1955	0,4801		0,7	Gamma	0,1654	8,5673
	0,8	Lnormal	1,6575	0,5075		0,8	Weibull	2,2729	2,0068
01/Nov	0,5	Lnormal	0,4359	0,4975	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,6801	0,5419		0,6	**		
	0,7	Gamma	0,7774	5,0737		0,7	Lnormal	0,1733	0,3209
	0,8	Gamma	1,2924	4,9562		0,8	Weibull	2,1444	2,3701

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AD – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para o solo Santa Maria, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Weibull	1,6201	3,2717	15/Nov	0,5	Gamma	0,2586	6,7660
	0,6	Lnormal	0,2240	0,4141		0,6	Weibull	2,3723	2,2776
	0,7	Lnormal	0,4473	0,5639		0,7	Weibull	2,9023	1,5033
	0,8	Weibull	3,3239	1,6604		0,8	Weibull	4,2842	1,3915
15/Ago	0,5	Lnormal	0,1775	0,3645	01/Dez	0,5	Gamma	0,3176	5,6677
	0,6	Lnormal	0,4385	0,4496		0,6	Lnormal	0,5570	0,5866
	0,7	Weibull	2,5230	1,7560		0,7	Gamma	1,0549	2,1876
	0,8	Lnormal	0,8794	0,7073		0,8	Weibull	4,4041	1,4554
01/Set	0,5	Lnormal	0,2971	0,4479	15/Dez	0,5	Lnormal	0,3564	0,4603
	0,6	Lnormal	0,2943	0,4981		0,6	Lnormal	0,6078	0,5434
	0,7	Lnormal	0,4819	0,5433		0,7	Weibull	2,6649	1,5330
	0,8	Lnormal	0,8759	0,6357		0,8	Lnormal	1,1614	0,7266
15/Set	0,5	Lnormal	0,1657	0,3542	01/Jan	0,5	Lnormal	0,2485	0,4150
	0,6	Lnormal	0,2711	0,4394		0,6	Lnormal	0,6040	0,4471
	0,7	Lnormal	0,5842	0,5000		0,7	Weibull	2,8127	1,5986
	0,8	Lnormal	0,9602	0,6499		0,8	Weibull	4,0568	1,4670
01/Out	0,5	Lnormal	0,2282	0,4309	15/Jan	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,3938	0,5352		0,6	**		
	0,7	Lnormal	0,6321	0,6041		0,7	Gamma	0,1654	8,5673
	0,8	Lnormal	1,1168	0,6598		0,8	Weibull	2,4952	2,2832
15/Out	0,5	Lnormal	0,4577	0,4837	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,4812	0,5383		0,6	**		
	0,7	Weibull	2,6764	1,4655		0,7	Normal	1,2500	0,5000
	0,8	Lnormal	1,0444	0,6897		0,8	Lnormal	0,4540	0,6009
01/Nov	0,5	Lnormal	0,3027	0,4655	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,5307	0,5659		0,6	**		
	0,7	Lnormal	0,8040	0,6232		0,7	**		
	0,8	Weibull	4,7202	1,6760		0,8	Gamma	0,1627	8,6073

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AE – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,3570	0,4594	15/Nov	0,5	Weibull	2,4334	2,0530
	0,6	Weibull	2,3720	2,2628		0,6	Weibull	2,8785	1,4995
	0,7	Weibull	3,0496	1,6985		0,7	Lnormal	0,8142	0,7816
	0,8	Lnormal	1,1848	0,6977		0,8	Weibull	5,0691	1,2539
15/Ago	0,5	Lnormal	0,3793	0,4932	01/Dez	0,5	Lnormal	0,5545	0,5647
	0,6	Weibull	2,4289	1,7882		0,6	Weibull	2,8783	1,6546
	0,7	Weibull	3,2007	1,4626		0,7	Weibull	4,2756	1,6758
	0,8	Lnormal	1,2999	0,6586		0,8	Weibull	6,1594	1,4550
01/Set	0,5	Lnormal	0,2820	0,4449	15/Dez	0,5	Lnormal	0,5113	0,5586
	0,6	Weibull	2,4105	1,7438		0,6	Weibull	2,7482	1,6245
	0,7	Lnormal	0,8563	0,6125		0,7	Weibull	4,3296	1,6340
	0,8	Lnormal	1,4355	0,5269		0,8	Weibull	6,5053	1,4254
15/Set	0,5	Lnormal	0,4258	0,4575	01/Jan	0,5	Lnormal	0,4386	0,5372
	0,6	Weibull	2,4467	1,9698		0,6	Weibull	2,7673	1,6952
	0,7	Gamma	1,1416	2,8532		0,7	Lnormal	1,0000	0,6433
	0,8	Gamma	1,7125	3,0198		0,8	Weibull	5,6323	1,3922
01/Out	0,5	Lnormal	0,4324	0,5086	15/Jan	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,7529	0,5581		0,6	Gamma	0,2345	6,7025
	0,7	Lnormal	1,1439	0,5892		0,7	Normal	2,0526	1,0260
	0,8	Lnormal	1,6806	0,5335		0,8	Weibull	3,2227	1,5852
15/Out	0,5	Weibull	2,1289	1,5005	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Gamma	0,9758	2,5050		0,6	Lnormal	0,2310	0,3466
	0,7	Lnormal	1,1028	0,6233		0,7	Lnormal	0,4044	0,4937
	0,8	Lnormal	1,6522	0,5482		0,8	Weibull	3,1861	1,9315
01/Nov	0,5	Weibull	2,3681	1,6967	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	2,9647	1,6793		0,6	Lnormal	0,1386	0,3100
	0,7	Lnormal	1,2665	0,5849		0,7	Gamma	0,3176	5,6677
	0,8	Weibull	7,7148	1,8335		0,8	Weibull	2,6768	1,6763

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AF – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação precoce, para o solo Vacacaí, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,0990	0,2620	15/Nov	0,5	Gamma	0,1671	8,5509
	0,6	Weibull	1,6787	3,4615		0,6	Weibull	2,2586	2,7386
	0,7	Lnormal	0,4335	0,4733		0,7	Normal	2,6000	1,4298
	0,8	Weibull	2,9569	1,9015		0,8	Weibull	3,8820	1,3773
15/Ago	0,5	Weibull	1,3881	2,0748	01/Dez	0,5	Lnormal	0,3531	0,4368
	0,6	Lnormal	0,2476	0,4390		0,6	Lnormal	0,6356	0,4964
	0,7	Lnormal	0,5093	0,5544		0,7	Gamma	1,0600	2,2752
	0,8	Weibull	3,1248	1,7610		0,8	Weibull	3,4894	1,3766
01/Set	0,5	Lnormal	0,0770	0,2310	15/Dez	0,5	Lnormal	0,2071	0,3877
	0,6	Lnormal	0,2599	0,4292		0,6	Lnormal	0,3823	0,5320
	0,7	Lnormal	0,3020	0,4863		0,7	Weibull	2,7314	1,7499
	0,8	Lnormal	0,6706	0,6280		0,8	Weibull	3,8469	1,4100
15/Set	0,5	Lnormal	0,2079	0,3348	01/Jan	0,5	Lnormal	0,1733	0,3209
	0,6	Lnormal	0,2240	0,4141		0,6	Gamma	0,2463	6,9015
	0,7	Lnormal	0,3777	0,4965		0,7	Weibull	2,3578	1,8654
	0,8	Lnormal	0,8529	0,6101		0,8	Gamma	1,8042	1,9399
01/Out	0,5	Weibull	1,6106	1,8248	15/Jan	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,2806	0,4612		0,6	**		
	0,7	Lnormal	0,4793	0,5627		0,7	Lnormal	0,1733	0,3209
	0,8	Lnormal	0,8889	0,6435		0,8	Gamma	0,3248	5,9006
15/Out	0,5	Lnormal	0,1911	0,3756	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	2,3431	2,0455		0,6	**		
	0,7	Weibull	2,4836	1,5605		0,7	Gamma	0,1226	10,1926
	0,8	Lnormal	0,7997	0,7606		0,8	Gamma	0,3176	5,6677
01/Nov	0,5	Gamma	0,1579	8,7069	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	1,9131	1,8872		0,6	**		
	0,7	Weibull	2,6498	1,6724		0,7	**		
	0,8	Weibull	3,7202	1,6165		0,8	Lnormal	0,1386	0,3100

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AG – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Alto das Canas e Cambaí, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Gamma	0,1611	8,6364	15/Nov	0,5	Lnormal	0,3793	0,4648
	0,6	Weibull	2,1318	2,3535		0,6	Lnormal	0,4750	0,6162
	0,7	Normal	2,4828	1,3789		0,7	Lnormal	0,8717	0,6453
	0,8	Weibull	4,5284	1,9978		0,8	Gamma	1,9712	2,2828
15/Ago	0,5	Lnormal	0,3489	0,4286	01/Dez	0,5	Weibull	2,3139	2,3620
	0,6	Lnormal	0,5119	0,5384		0,6	Weibull	2,8286	1,7465
	0,7	Weibull	3,4676	1,8509		0,7	Gamma	1,3420	2,6702
	0,8	Gamma	1,3638	3,4884		0,8	Weibull	6,6052	1,6405
01/Set	0,5	Lnormal	0,3679	0,4479	15/Dez	0,5	Weibull	2,3126	1,6800
	0,6	Lnormal	0,5161	0,5620		0,6	Weibull	2,9874	1,4276
	0,7	Normal	3,0571	1,5135		0,7	Gamma	1,9029	1,9746
	0,8	Lnormal	1,5639	0,4592		0,8	Weibull	6,8377	1,5648
15/Set	0,5	Lnormal	0,4145	0,4281	01/Jan	0,5	Weibull	2,0738	2,0066
	0,6	Lnormal	0,6831	0,5564		0,6	Weibull	2,9304	1,8333
	0,7	Gamma	0,8624	3,7363		0,7	Weibull	3,7918	1,5333
	0,8	Gamma	1,4011	3,9058		0,8	Weibull	5,4667	1,3947
01/Out	0,5	Lnormal	0,4324	0,5161	15/Jan	0,5	Lnormal	0,2978	0,4058
	0,6	Gamma	0,5451	4,3824		0,6	Lnormal	0,4891	0,4554
	0,7	Lnormal	1,2180	0,4366		0,7	Weibull	2,3239	2,0729
	0,8	Gamma	1,4183	4,3447		0,8	Gamma	1,2618	2,7262
15/Out	0,5	Lnormal	0,4424	0,5014	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	3,0503	1,8130		0,6	Gamma	0,1671	8,5509
	0,7	Gamma	0,9357	4,3341		0,7	Lnormal	0,4335	0,4733
	0,8	Weibull	7,2496	2,1551		0,8	Weibull	2,7105	1,9743
01/Nov	0,5	Lnormal	0,3774	0,4826	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	2,9310	2,0040		0,6	**		
	0,7	Gamma	0,8418	5,0818		0,7	Weibull	1,7785	4,0058
	0,8	Gamma	1,7177	3,9527		0,8	Normal	3,0000	1,2649

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AH – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Weibull	2,6353	2,1277	15/Nov	0,5	Normal	2,6452	1,4271
	0,6	Normal	3,0882	1,6398		0,6	Gamma	0,9888	3,5831
	0,7	Normal	4,6571	2,4003		0,7	Weibull	5,9099	1,8509
	0,8	Normal	7,4571	3,6730		0,8	Weibull	9,4715	1,8738
15/Ago	0,5	Lnormal	0,8204	0,5438	01/Dez	0,5	Weibull	3,2986	1,8319
	0,6	Gamma	0,8354	4,4361		0,6	Weibull	4,6240	1,8070
	0,7	Weibull	5,8049	2,1224		0,7	Weibull	7,0518	2,0168
	0,8	Weibull	9,1582	2,1235		0,8	Gamma	2,6189	3,9390
01/Set	0,5	Gamma	0,6253	4,5759	15/Dez	0,5	Weibull	3,4259	1,7380
	0,6	Lnormal	1,2762	0,4173		0,6	Gamma	1,7716	2,3384
	0,7	Gamma	1,1701	4,9198		0,7	Gamma	1,9846	3,0793
	0,8	Normal	8,8974	4,2907		0,8	Weibull	10,6424	1,6783
15/Set	0,5	Gamma	0,6548	4,5392	01/Jan	0,5	Weibull	2,9610	1,8321
	0,6	Weibull	4,6161	2,3147		0,6	Lnormal	0,8726	0,7444
	0,7	Gamma	1,2184	4,9689		0,7	Weibull	4,8917	1,4010
	0,8	Normal	8,9500	4,5004		0,8	Weibull	7,8466	1,4298
01/Out	0,5	Gamma	0,6733	4,6967	15/Jan	0,5	Weibull	2,1650	2,2720
	0,6	Weibull	5,0770	2,4435		0,6	Weibull	2,8764	2,0257
	0,7	Normal	6,4750	3,1049		0,7	Weibull	4,0020	1,8152
	0,8	Weibull	11,7121	2,3244		0,8	Weibull	6,2936	1,7495
15/Out	0,5	Gamma	0,6595	4,9878	01/Fev	0,5	Gamma	0,1606	8,6455
	0,6	Gamma	1,1340	4,2933		0,6	Weibull	1,9353	2,0550
	0,7	Normal	6,8205	2,9458		0,7	Weibull	3,1027	1,8644
	0,8	Normal	10,8500	4,9279		0,8	Weibull	4,6673	1,6637
01/Nov	0,5	Lnormal	1,2125	0,4167	15/Fev	0,5	Weibull	1,7785	4,0058
	0,6	Gamma	1,0460	4,8055		0,6	Weibull	2,0230	2,1117
	0,7	Normal	7,1026	3,1102		0,7	Weibull	2,3478	1,6170
	0,8	Normal	11,4750	4,8569		0,8	Lnormal	0,7568	0,7844

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão.

Apêndice AI – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,1890	0,3160	15/Nov	0,5	Lnormal	0,3286	0,3968
	0,6	Weibull	2,0351	2,6369		0,6	Lnormal	0,4873	0,5657
	0,7	Weibull	2,7374	1,9482		0,7	Weibull	2,9177	1,6554
	0,8	Weibull	4,4550	2,0096		0,8	Lnormal	1,2306	0,7082
15/Ago	0,5	Lnormal	0,3804	0,4524	01/Dez	0,5	Weibull	2,0366	2,2595
	0,6	Lnormal	0,5140	0,5378		0,6	Weibull	2,5137	1,7659
	0,7	Normal	2,8438	1,5263		0,7	Weibull	3,7480	1,8958
	0,8	Lnormal	1,3521	0,5515		0,8	Gamma	1,9471	2,8104
01/Set	0,5	Lnormal	0,3405	0,4172	15/Dez	0,5	Lnormal	0,5572	0,5734
	0,6	Lnormal	0,4720	0,5348		0,6	Weibull	2,7914	1,6051
	0,7	Gamma	0,7074	3,9985		0,7	Weibull	3,8209	1,4163
	0,8	Lnormal	1,4878	0,4856		0,8	Lnormal	1,3950	0,8058
15/Set	0,5	Lnormal	0,3766	0,4138	01/Jan	0,5	Lnormal	0,3977	0,5181
	0,6	Weibull	2,2717	2,1626		0,6	Weibull	2,6632	1,9073
	0,7	Normal	3,0278	1,5021		0,7	Weibull	3,4600	1,5959
	0,8	Gamma	1,2504	4,0655		0,8	Weibull	5,1109	1,4714
01/Out	0,5	Lnormal	0,3889	0,4860	15/Jan	0,5	Lnormal	0,1066	0,2603
	0,6	Gamma	0,5989	3,9421		0,6	Lnormal	0,3106	0,4314
	0,7	Lnormal	1,1619	0,4500		0,7	Lnormal	0,5637	0,5150
	0,8	Gamma	1,3679	4,2284		0,8	Weibull	3,7227	1,9402
15/Out	0,5	Lnormal	0,4112	0,4835	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Gamma	0,6513	3,6254		0,6	Lnormal	0,0990	0,2620
	0,7	Weibull	4,3761	2,2378		0,7	Weibull	1,7251	3,6700
	0,8	Weibull	6,6002	2,1305		0,8	Lnormal	0,5665	0,6261
01/Nov	0,5	Weibull	1,8967	1,9901	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,6627	0,5769		0,6	**		
	0,7	Weibull	4,2466	2,4621		0,7	Weibull	1,6787	3,4615
	0,8	Gamma	1,2788	5,0089		0,8	Weibull	2,2586	2,7386

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AJ – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para o solo Santa Maria, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Gamma	0,1627	8,6073	15/Nov	0,5	Lnormal	0,4540	0,4482
	0,6	Lnormal	0,2581	0,3900		0,6	Weibull	2,0462	2,2528
	0,7	Weibull	2,2726	1,9899		0,7	Lnormal	0,5412	0,6893
	0,8	Weibull	3,5030	1,7546		0,8	Lnormal	1,0083	0,7513
15/Ago	0,5	Lnormal	0,1600	0,3040	01/Dez	0,5	Weibull	2,1526	2,5221
	0,6	Lnormal	0,3106	0,5002		0,6	Weibull	2,3378	1,9086
	0,7	Lnormal	0,5663	0,5478		0,7	Weibull	2,7233	1,3912
	0,8	Weibull	2,9482	1,6644		0,8	Weibull	4,2158	1,3639
01/Set	0,5	Lnormal	0,2666	0,4509	15/Dez	0,5	Lnormal	0,3226	0,5082
	0,6	Lnormal	0,2943	0,4981		0,6	Weibull	2,5184	1,5949
	0,7	Lnormal	0,5463	0,5416		0,7	Lnormal	0,6676	0,6533
	0,8	Lnormal	0,8495	0,6940		0,8	Lnormal	1,0724	0,7633
15/Set	0,5	Lnormal	0,2581	0,3900	01/Jan	0,5	Weibull	1,2022	3,4057
	0,6	Lnormal	0,2705	0,4635		0,6	Gamma	0,2263	7,4779
	0,7	Weibull	2,3876	1,6852		0,7	Weibull	2,8319	1,8378
	0,8	Weibull	3,6019	1,6817		0,8	Weibull	4,2179	1,5101
01/Out	0,5	Lnormal	0,2075	0,3561	15/Jan	0,5	Lnormal	0,0990	0,2620
	0,6	Lnormal	0,3871	0,5178		0,6	Lnormal	0,0770	0,2310
	0,7	Weibull	2,4054	1,7339		0,7	Lnormal	0,4149	0,4142
	0,8	Gamma	1,3262	2,7057		0,8	Normal	2,2857	0,9945
15/Out	0,5	Lnormal	0,2616	0,4107	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,4850	0,4937		0,6	Gamma	0,1226	10,1926
	0,7	Weibull	2,7948	1,6019		0,7	Weibull	1,6787	3,4615
	0,8	Weibull	4,2845	1,5679		0,8	Weibull	2,4125	2,1825
01/Nov	0,5	Lnormal	0,3570	0,5207	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,4944	0,5246		0,6	**		
	0,7	Weibull	2,7703	1,7129		0,7	**		
	0,8	Weibull	4,4155	1,5673		0,8	Normal	1,5000	0,5774

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AK – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal), Weibull e normal e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito os diferentes manejos (M) de irrigação e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,3613	0,4967	15/Nov	0,5	Lnormal	0,4970	0,5807
	0,6	Weibull	2,3820	2,2710		0,6	Weibull	2,5954	1,5220
	0,7	Weibull	3,0996	1,6830		0,7	Lnormal	0,7833	0,7334
	0,8	Weibull	4,1608	1,4116		0,8	Weibull	5,0090	1,3657
15/Ago	0,5	Lnormal	0,3839	0,5224	01/Dez	0,5	Lnormal	0,4924	0,5616
	0,6	Weibull	2,3116	1,8103		0,6	Weibull	2,8171	1,4284
	0,7	Weibull	3,1610	1,7304		0,7	Weibull	4,3326	1,5736
	0,8	Weibull	4,8279	1,5606		0,8	Weibull	6,2205	1,4102
01/Set	0,5	Lnormal	0,3374	0,4497	15/Dez	0,5	Weibull	2,4185	1,6311
	0,6	Weibull	2,5340	1,6888		0,6	Lnormal	0,6665	0,6740
	0,7	Lnormal	0,8643	0,6538		0,7	Lnormal	1,0887	0,7736
	0,8	Gamma	1,7829	2,7055		0,8	Lnormal	1,4345	0,8352
15/Set	0,5	Lnormal	0,3653	0,4575	01/Jan	0,5	Lnormal	0,4250	0,4805
	0,6	Weibull	2,4966	1,9370		0,6	Weibull	2,6786	1,7762
	0,7	Lnormal	0,9165	0,6496		0,7	Weibull	3,7740	1,5961
	0,8	Gamma	1,7108	3,0061		0,8	Weibull	5,3210	1,4572
01/Out	0,5	Lnormal	0,4198	0,5179	15/Jan	0,5	Lnormal	0,1260	0,2804
	0,6	Gamma	0,6241	3,9115		0,6	Gamma	0,2065	8,5689
	0,7	Lnormal	1,1416	0,5176		0,7	Weibull	2,4654	2,4325
	0,8	Lnormal	1,6255	0,5340		0,8	Weibull	3,4888	1,5492
15/Out	0,5	Lnormal	0,4760	0,4826	01/Fev	0,5	Lnormal	0,1386	0,3100
	0,6	Lnormal	0,7276	0,6058		0,6	Lnormal	0,3106	0,4466
	0,7	Gamma	1,2617	2,8182		0,7	Lnormal	0,4356	0,5252
	0,8	Lnormal	1,6430	0,5625		0,8	Weibull	2,8904	1,6853
01/Nov	0,5	Weibull	2,3827	1,7600	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Weibull	2,9598	1,7760		0,6	Gamma	0,1226	10,1926
	0,7	Weibull	4,4572	1,7917		0,7	Normal	2,0000	0,8165
	0,8	Gamma	2,1430	3,0773		0,8	Normal	2,8333	1,6021

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados “escalar” e “de forma” e para a função Normal são média e desvio-padrão. ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AL – Funções de distribuição de probabilidades (Fdp), gamma, lognormal (Lnormal) e Weibull e seus parâmetros, selecionadas para determinar o número de irrigações por ano, para a cultura do milho no grupo de maturação superprecoce, para o solo Vacacaí, sob quatro manejos de irrigação (M) e para as épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Fdp	a*	b*	ES	M ¹	Fdp	a*	b*
01/Ago	0,5	Lnormal	0,1155	0,2830	15/Nov	0,5	Lnormal	0,1733	0,3209
	0,6	Weibull	1,6201	3,2717		0,6	Lnormal	0,3584	0,4820
	0,7	Lnormal	0,3392	0,5059		0,7	Weibull	2,3680	1,7327
	0,8	Weibull	2,7351	2,0063		0,8	Weibull	3,2434	1,3960
15/Ago	0,5	Lnormal	0,2240	0,4286	01/Dez	0,5	Lnormal	0,3519	0,4203
	0,6	Lnormal	0,2445	0,3949		0,6	Lnormal	0,4719	0,5313
	0,7	Lnormal	0,3331	0,4931		0,7	Gamma	0,9881	2,3278
	0,8	Weibull	2,7394	1,7544		0,8	Weibull	3,6797	1,2765
01/Set	0,5	Lnormal	0,1733	0,3209	15/Dez	0,5	Lnormal	0,3466	0,4901
	0,6	Lnormal	0,2310	0,4278		0,6	Lnormal	0,4905	0,5733
	0,7	Lnormal	0,3345	0,4791		0,7	Lnormal	0,6326	0,7007
	0,8	Weibull	2,7298	1,6022		0,8	Lnormal	0,9626	0,7923
15/Set	0,5	Lnormal	0,1540	0,3056	01/Jan	0,5	Lnormal	0,1260	0,2804
	0,6	Lnormal	0,3043	0,3982		0,6	Gamma	0,2367	7,0400
	0,7	Lnormal	0,3777	0,5370		0,7	Weibull	2,4055	2,5759
	0,8	Weibull	2,9672	1,5056		0,8	Weibull	3,6378	1,7620
01/Out	0,5	Weibull	1,6106	1,8248	15/Jan	0,5	**		
	0,6	Weibull	1,6284	1,8183		0,6	**		
	0,7	Lnormal	0,4708	0,5565		0,7	Lnormal	0,1792	0,3896
	0,8	Lnormal	0,8994	0,6512		0,8	Gamma	0,2811	7,1147
15/Out	0,5	Lnormal	0,2849	0,4776	01/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,3824	0,4931		0,6	Weibull	1,4020	3,0122
	0,7	Weibull	2,2161	1,6071		0,7	Weibull	1,6787	3,4615
	0,8	Lnormal	0,8788	0,6920		0,8	Weibull	2,5881	2,4209
01/Nov	0,5	Weibull	1,6030	3,2284	15/Fev	0,5	**		
	0,6	Lnormal	0,4591	0,5549		0,6	**		
	0,7	Weibull	2,5713	1,8133		0,7	**		
	0,8	Weibull	3,8279	1,5658		0,8	Lnormal	0,0990	0,2620

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. *Os parâmetros das fdp Lnormal, Gamma e Weibull são denominados "escalar" e "de forma". ** Não foi possível ajustar qualquer fdp.

Apêndice AM – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Alto das Canas e Cambai, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	119	101	76	15/Nov	0,5	119	104	81
	0,6	133	110	80		0,6	122	104	84
	0,7	156	130	94		0,7	132	117	92
	0,8	163	141	107		0,8	143	126	99
15/Ago	0,5	116	97	71	01/Dez	0,5	125	105	76
	0,6	140	111	76		0,6	132	110	80
	0,7	152	127	92		0,7	174	136	90
	0,8	174	146	108		0,8	182	154	113
01/Set	0,5	128	103	71	15/Dez	0,5	109	94	71
	0,6	130	107	80		0,6	130	110	81
	0,7	147	123	92		0,7	150	127	91
	0,8	170	144	108		0,8	163	137	99
15/Set	0,5	104	90	70	01/Jan	0,5	93	81	62
	0,6	126	105	78		0,6	126	106	79
	0,7	156	129	93		0,7	128	110	88
	0,8	165	141	108		0,8	129	115	91
01/Out	0,5	121	102	76	15/Jan	0,5	73	65	52
	0,6	154	128	94		0,6	75	66	52
	0,7	162	140	109		0,7	84	76	61
	0,8	210	176	131		0,8	104	92	72
15/Out	0,5	141	115	81	01/Fev	0,5	33	31	30
	0,6	161	133	97		0,6	33	33	32
	0,7	183	154	116		0,7	53	48	40
	0,8	190	169	136		0,8	60	53	43
01/Nov	0,5	147	125	87	15/Fev	0,5	31	31	30
	0,6	152	130	99		0,6	34	33	31
	0,7	168	146	114		0,7	55	51	43
	0,8	196	169	129		0,8	71	64	51

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Apêndice AN – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	103	90	71	15/Nov	0,5	113	96	74
	0,6	121	100	73		0,6	113	101	81
	0,7	148	121	86		0,7	119	105	83
	0,8	171	137	95		0,8	152	130	96
15/Ago	0,5	122	100	71	01/Dez	0,5	137	109	74
	0,6	128	103	71		0,6	141	116	76
	0,7	144	118	85		0,7	147	124	92
	0,8	169	143	105		0,8	193	153	104
01/Set	0,5	110	93	70	15/Dez	0,5	103	89	70
	0,6	136	110	78		0,6	131	110	81
	0,7	157	129	93		0,7	151	125	88
	0,8	164	138	103		0,8	169	138	95
15/Set	0,5	106	91	71	01/Jan	0,5	88	79	65
	0,6	127	105	77		0,6	111	96	75
	0,7	155	128	93		0,7	123	108	83
	0,8	167	141	106		0,8	141	121	90
01/Out	0,5	121	102	77	15/Jan	0,5	74	67	56
	0,6	142	119	89		0,6	79	71	59
	0,7	167	142	108		0,7	91	80	61
	0,8	187	163	128		0,8	111	90	63
15/Out	0,5	137	112	81	01/Fev	0,5	41	41	41
	0,6	143	125	98		0,6	53	46	42
	0,7	169	142	105		0,7	54	49	43
	0,8	202	172	130		0,8	60	52	43
01/Nov	0,5	125	103	74	15/Fev	0,5 ²	32	31	30
	0,6	152	124	88		0,6	33	33	32
	0,7	171	145	110		0,7	45	43	35
	0,8	192	165	126		0,8	60	54	44

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice AO – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	91	80	59	15/Nov	0,5	124	104	79
	0,6	118	92	61		0,6	125	107	83
	0,7	163	126	76		0,7	141	111	85
	0,8	173	135	85		0,8	145	112	88
15/Ago	0,5	103	87	63	01/Dez	0,5	104	89	67
	0,6	104	88	66		0,6	134	113	69
	0,7	109	96	75		0,7	155	119	72
	0,8	120	105	81		0,8	156	121	73
01/Set	0,5	106	101	61	15/Dez	0,5	98	83	62
	0,6	110	108	65		0,6	98	86	75
	0,7	114	111	67		0,7	113	108	76
	0,8	120	111	70		0,8	139	118	85
15/Set	0,5	97	78	61	01/Jan	0,5	72	64	53
	0,6	102	80	63		0,6	85	70	58
	0,7	107	93	70		0,7	93	81	62
	0,8	121	98	72		0,8	107	91	67
01/Out	0,5	125	101	73	15/Jan	0,5	62	59	45
	0,6	126	103	75		0,6	67	60	46
	0,7	129	104	76		0,7	70	60	46
	0,8	166	126	80		0,8	87	70	48
15/Out	0,5	135	117	82	01/Fev	0,5 ²	34	32	28
	0,6	137	117	86		0,6 ²	48	43	32
	0,7	142	118	92		0,7	60	54	45
	0,8	167	127	96		0,8	66	56	48
01/Nov	0,5	120	102	76	15/Fev	0,5 ²	20	19	18
	0,6	140	112	76		0,6 ²	25	24	23
	0,7	146	114	76		0,7	26	26	26
	0,8	172	134	88		0,8	37	35	30

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice AP – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	110	93	69	15/Nov	0,5	92	83	69
	0,6	120	102	75		0,6	139	119	72
	0,7	132	106	77		0,7	145	123	76
	0,8	136	112	77		0,8	171	128	79
15/Ago	0,5	120	101	65	01/Dez	0,5	118	105	84
	0,6	121	107	67		0,6	131	117	84
	0,7	132	109	69		0,7	141	119	85
	0,8	143	111	72		0,8	147	122	86
01/Set	0,5	96	82	62	15/Dez	0,5	99	89	67
	0,6	109	87	62		0,6	100	90	73
	0,7	112	91	64		0,7	104	94	79
	0,8	118	94	65		0,8	133	114	85
15/Set	0,5	116	88	62	01/Jan	0,5	72	72	56
	0,6	117	95	66		0,6	75	74	59
	0,7	119	97	68		0,7	96	78	64
	0,8	121	98	69		0,8	101	86	64
01/Out	0,5	119	100	73	15/Jan	0,5	88	85	63
	0,6	127	106	79		0,6	96	85	65
	0,7	130	108	79		0,7	106	89	65
	0,8	149	118	79		0,8	137	105	68
15/Out	0,5	154	121	81	01/Fev	0,5 ²	45	42	35
	0,6	166	126	83		0,6 ²	58	51	40
	0,7	169	130	84		0,7	94	73	43
	0,8	175	132	85		0,8	95	73	44
01/Nov	0,5	118	104	81	15/Fev	0,5 ²	28	25	22
	0,6	134	113	83		0,6 ²	32	31	30
	0,7	138	117	87		0,7 ²	59	57	35
	0,8	165	130	89		0,8	94	72	43

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice AQ – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Alto das Canas e Cambai, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	108	95	73	15/Nov	0,5	140	119	90
	0,6	113	95	82		0,6	199	153	92
	0,7	123	109	86		0,7	213	163	98
	0,8	142	122	93		0,8	219	168	101
15/Ago	0,5	139	110	74	01/Dez	0,5	121	102	74
	0,6	140	125	80		0,6	130	113	86
	0,7	167	131	88		0,7	140	122	92
	0,8	168	137	98		0,8	176	147	107
01/Set	0,5	116	95	69	15/Dez	0,5	125	100	68
	0,6	127	106	78		0,6	138	109	75
	0,7	146	124	94		0,7	154	131	95
	0,8	171	146	109		0,8	169	142	102
15/Set	0,5	116	95	69	01/Jan	0,5	101	91	75
	0,6	122	105	79		0,6	122	105	82
	0,7	142	123	96		0,7	123	108	84
	0,8	160	140	110		0,8	148	127	95
01/Out	0,5	128	107	79	15/Jan	0,5	74	65	53
	0,6	156	130	95		0,6	88	77	60
	0,7	164	140	108		0,7	90	78	60
	0,8	184	162	128		0,8	91	80	62
15/Out	0,5	129	106	76	01/Fev	0,5	41	41	40
	0,6	150	124	91		0,6	65	60	41
	0,7	163	140	108		0,7	67	62	41
	0,8	188	161	125		0,8	77	63	46
01/Nov	0,5	129	106	77	15/Fev	0,5	41	41	40
	0,6	131	116	92		0,6	44	44	43
	0,7	165	141	108		0,7	58	53	46
	0,8	181	160	128		0,8	72	65	52

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Apêndice AR – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	104	89	67	15/Nov	0,5	127	109	82
	0,6	128	110	84		0,6	143	116	85
	0,7	142	122	93		0,7	149	129	99
	0,8	153	133	102		0,8	176	149	110
15/Ago	0,5	133	107	74	01/Dez	0,5	133	108	76
	0,6	135	114	85		0,6	148	124	90
	0,7	163	134	96		0,7	154	135	106
	0,8	164	140	109		0,8	176	153	116
01/Set	0,5	117	102	80	15/Dez	0,5	112	97	73
	0,6	135	115	87		0,6	125	106	78
	0,7	157	136	105		0,7	145	126	96
	0,8	159	144	119		0,8	163	140	105
15/Set	0,5	123	107	83	01/Jan	0,5	95	82	63
	0,6	133	117	93		0,6	115	98	72
	0,7	155	136	108		0,7	126	105	75
	0,8	171	152	120		0,8	142	119	84
01/Out	0,5	146	123	92	15/Jan	0,5	66	57	44
	0,6	157	137	108		0,6	82	68	50
	0,7	173	155	125		0,7	97	82	60
	0,8	189	171	141		0,8	106	91	68
15/Out	0,5	128	115	92	01/Fev	0,5	49	42	34
	0,6	160	137	106		0,6	57	50	40
	0,7	169	151	123		0,7	78	63	44
	0,8	183	168	138		0,8	82	70	52
01/Nov	0,5	149	124	92	15/Fev	0,5	58	49	33
	0,6	162	139	105		0,6	59	49	34
	0,7	164	149	123		0,7	64	51	34
	0,8	185	166	135		0,8	65	57	43

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Apêndice AS – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	90	77	60	15/Nov	0,5	129	109	82
	0,6	108	91	69		0,6	134	110	85
	0,7	132	109	79		0,7	146	122	89
	0,8	134	116	89		0,8	159	134	96
15/Ago	0,5	136	108	74	01/Dez	0,5	122	104	79
	0,6	136	110	85		0,6	130	110	82
	0,7	137	118	90		0,7	146	123	90
	0,8	171	139	98		0,8	168	144	107
01/Set	0,5	111	93	68	15/Dez	0,5	119	97	69
	0,6	119	100	75		0,6	139	113	80
	0,7	140	117	88		0,7	143	126	88
	0,8	147	126	96		0,8	157	133	98
15/Set	0,5	115	95	69	01/Jan	0,5	87	80	67
	0,6	122	100	73		0,6	121	101	74
	0,7	131	117	94		0,7	138	112	79
	0,8	166	139	104		0,8	142	119	88
01/Out	0,5	131	109	80	15/Jan	0,5	54	52	47
	0,6	156	129	94		0,6	80	69	54
	0,7	164	140	107		0,7	83	72	55
	0,8	200	168	125		0,8	94	82	62
15/Out	0,5	130	110	79	01/Fev	0,5	54	51	47
	0,6	131	123	92		0,6	67	58	48
	0,7	168	141	108		0,7	69	60	48
	0,8	182	158	123		0,8	72	63	48
01/Nov	0,5	122	102	76	15/Fev	0,5 ²	48	43	37
	0,6	137	112	81		0,6	60	54	45
	0,7	170	143	107		0,7	62	57	46
	0,8	177	154	121		0,8	62	57	49

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice AT – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	97	88	58	15/Nov	0,5	134	113	86
	0,6	98	93	59		0,6	135	115	86
	0,7	121	93	59		0,7	136	116	86
	0,8	133	103	68		0,8	152	125	87
15/Ago	0,5	100	83	60	01/Dez	0,5	116	104	75
	0,6	119	96	62		0,6	131	107	76
	0,7	122	99	65		0,7	138	111	77
	0,8	131	101	66		0,8	157	122	79
01/Set	0,5	98	83	62	15/Dez	0,5	99	87	65
	0,6	100	83	63		0,6	114	97	67
	0,7	101	83	63		0,7	128	99	67
	0,8	122	97	66		0,8	145	114	76
15/Set	0,5	98	80	57	01/Jan	0,5	85	70	50
	0,6	99	81	58		0,6	89	72	58
	0,7	100	84	62		0,7	97	84	63
	0,8	127	102	70		0,8	102	89	69
01/Out	0,5	106	90	68	15/Jan	0,5	43	43	43
	0,6	109	92	68		0,6	45	45	44
	0,7	125	102	72		0,7	59	54	45
	0,8	152	121	82		0,8	72	63	50
15/Out	0,5	127	107	73	01/Fev	0,5 ²	41	37	33
	0,6	128	109	75		0,6	50	47	43
	0,7	133	112	76		0,7	61	56	47
	0,8	151	121	78		0,8	72	63	49
01/Nov	0,5	139	106	68	15/Fev	0,5 ²	36	33	31
	0,6	142	113	76		0,6	68	53	40
	0,7	144	118	85		0,7	69	55	45
	0,8	147	122	88		0,8	71	58	45

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice AU – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	96	83	63	15/Nov	0,5	125	104	75
	0,6	106	84	63		0,6	133	110	78
	0,7	121	95	63		0,7	139	113	79
	0,8	135	105	68		0,8	143	117	80
15/Ago	0,5	99	83	59	01/Dez	0,5	108	89	64
	0,6	110	88	61		0,6	117	98	71
	0,7	131	102	66		0,7	134	112	80
	0,8	133	110	81		0,8	146	122	86
01/Set	0,5	80	68	53	15/Dez	0,5	92	79	59
	0,6	116	93	64		0,6	100	86	64
	0,7	118	103	67		0,7	123	106	79
	0,8	123	107	77		0,8	143	118	83
15/Set	0,5	89	76	59	01/Jan	0,5	66	58	47
	0,6	102	87	65		0,6	89	77	58
	0,7	132	105	73		0,7	91	79	63
	0,8	133	113	87		0,8	114	98	72
01/Out	0,5	97	82	61	15/Jan	0,5	32	31	31
	0,6	123	101	73		0,6	54	50	43
	0,7	145	118	85		0,7	68	60	47
	0,8	160	133	97		0,8	78	66	48
15/Out	0,5	119	92	66	01/Fev	0,5	39	37	33
	0,6	139	108	71		0,6	54	49	40
	0,7	150	123	82		0,7	64	52	43
	0,8	159	131	95		0,8	71	61	46
01/Nov	0,5	125	99	68	15/Fev	0,5	46	43	37
	0,6	127	101	69		0,6	49	46	40
	0,7	145	118	83		0,7	54	51	42
	0,8	181	144	99		0,8	68	58	42

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Apêndice AV – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	74	69	60	15/Nov	0,5	113	100	81
	0,6	102	93	67		0,6	123	115	93
	0,7	111	94	69		0,7	135	121	93
	0,8	116	100	75		0,8	158	133	95
15/Ago	0,5	113	93	64	01/Dez	0,5	116	106	88
	0,6	113	94	67		0,6	131	119	89
	0,7	115	96	70		0,7	145	123	90
	0,8	118	102	76		0,8	156	125	94
01/Set	0,5	95	87	53	15/Dez	0,5	120	93	61
	0,6	98	89	53		0,6	127	106	67
	0,7	104	90	59		0,7	130	106	76
	0,8	117	93	64		0,8	137	115	81
15/Set	0,5	110	87	62	01/Jan	0,5	59	53	44
	0,6	111	88	62		0,6	68	64	57
	0,7	113	90	63		0,7	82	73	58
	0,8	124	101	71		0,8	117	99	73
01/Out	0,5	108	102	75	15/Jan	0,5 ²	34	32	31
	0,6	116	110	78		0,6	43	43	43
	0,7	120	113	79		0,7	65	58	47
	0,8	141	114	79		0,8	70	61	49
15/Out	0,5	143	115	86	01/Fev	0,5 ²	29	28	27
	0,6	152	117	88		0,6 ²	40	38	36
	0,7	153	119	89		0,7	74	68	58
	0,8	161	124	90		0,8	75	69	58
01/Nov	0,5	102	92	74	15/Fev	0,5 ²	23	21	20
	0,6	113	105	77		0,6 ²	35	32	30
	0,7	135	115	78		0,7	77	67	44
	0,8	143	118	84		0,8	83	67	47

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice AX – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Alto das Canas e Cambai, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	87	78	64	15/Nov	0,5	110	97	77
	0,6	122	100	72		0,6	123	101	79
	0,7	135	106	81		0,7	140	121	91
	0,8	154	124	86		0,8	151	130	97
15/Ago	0,5	119	97	68	01/Dez	0,5	136	112	80
	0,6	122	99	70		0,6	137	113	83
	0,7	139	121	93		0,7	154	129	93
	0,8	149	128	98		0,8	176	147	105
01/Set	0,5	116	98	72	15/Dez	0,5	123	102	73
	0,6	129	104	74		0,6	154	120	78
	0,7	133	115	89		0,7	155	128	90
	0,8	150	134	108		0,8	176	146	104
15/Set	0,5	115	96	72	01/Jan	0,5	83	73	58
	0,6	134	114	85		0,6	118	100	76
	0,7	145	142	99		0,7	133	115	87
	0,8	167	144	111		0,8	143	121	88
01/Out	0,5	134	110	80	15/Jan	0,5	77	68	55
	0,6	135	119	96		0,6	90	78	61
	0,7	149	132	106		0,7	91	78	63
	0,8	183	160	125		0,8	100	87	68
15/Out	0,5	138	106	77	01/Fev	0,5	41	41	40
	0,6	149	124	97		0,6	86	69	49
	0,7	161	140	112		0,7	86	72	50
	0,8	185	161	126		0,8	93	74	51
01/Nov	0,5	124	100	70	15/Fev	0,5	33	33	32
	0,6	148	122	87		0,6	41	41	40
	0,7	161	141	111		0,7	59	54	46
	0,8	186	161	124		0,8	77	70	60

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Apêndice AY – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	102	88	67	15/Nov	0,5	128	104	74
	0,6	117	99	74		0,6	130	107	81
	0,7	138	116	86		0,7	153	129	94
	0,8	156	133	98		0,8	175	147	107
15/Ago	0,5	111	95	73	01/Dez	0,5	120	101	74
	0,6	131	113	87		0,6	142	119	86
	0,7	151	128	96		0,7	150	132	102
	0,8	171	145	107		0,8	200	163	116
01/Set	0,5	120	103	79	15/Dez	0,5	130	104	71
	0,6	124	109	87		0,6	139	116	83
	0,7	147	128	101		0,7	150	127	94
	0,8	180	153	114		0,8	175	146	106
15/Set	0,5	118	103	81	01/Jan	0,5	108	88	63
	0,6	136	118	93		0,6	108	90	64
	0,7	151	132	105		0,7	130	106	73
	0,8	158	142	117		0,8	144	118	82
01/Out	0,5	131	114	90	15/Jan	0,5	69	61	48
	0,6	143	129	105		0,6	78	70	57
	0,7	165	147	118		0,7	101	85	61
	0,8	183	164	134		0,8	115	96	68
15/Out	0,5	130	113	88	01/Fev	0,5	50	45	37
	0,6	161	135	109		0,6	60	51	39
	0,7	164	148	120		0,7	77	65	48
	0,8	218	165	140		0,8	87	72	52
01/Nov	0,5	137	118	91	15/Fev	0,5	56	51	31
	0,6	147	132	107		0,6	60	52	33
	0,7	160	145	120		0,7	63	52	34
	0,8	180	164	136		0,8	64	52	36

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Apêndice AW – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	84	76	62	15/Nov	0,5	104	90	71
	0,6	101	88	69		0,6	124	103	74
	0,7	118	101	75		0,7	129	109	80
	0,8	137	116	87		0,8	153	128	92
15/Ago	0,5	108	94	71	01/Dez	0,5	122	102	77
	0,6	125	102	72		0,6	122	104	77
	0,7	131	112	85		0,7	146	123	91
	0,8	144	124	94		0,8	170	143	104
01/Set	0,5	105	91	70	15/Dez	0,5	125	106	78
	0,6	116	98	72		0,6	141	113	79
	0,7	130	112	85		0,7	152	125	88
	0,8	152	132	102		0,8	176	144	99
15/Set	0,5	101	89	70	01/Jan	0,5	96	83	65
	0,6	124	104	77		0,6	114	99	76
	0,7	136	120	95		0,7	125	106	79
	0,8	157	136	105		0,8	145	120	85
01/Out	0,5	120	104	80	15/Jan	0,5	63	57	48
	0,6	141	122	94		0,6	76	67	55
	0,7	148	131	104		0,7	87	75	58
	0,8	179	156	121		0,8	104	88	66
15/Out	0,5	138	108	76	01/Fev	0,5	57	54	42
	0,6	140	120	91		0,6	68	60	45
	0,7	160	140	111		0,7	69	61	49
	0,8	179	155	120		0,8	89	70	50
01/Nov	0,5	114	98	75	15/Fev	0,5 ²	31	28	26
	0,6	133	113	84		0,6	34	33	33
	0,7	151	133	105		0,7	67	58	45
	0,8	178	156	123		0,8	67	58	47

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice AZ – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	82	68	57	15/Nov	0,5	106	92	65
	0,6	87	75	59		0,6	112	94	65
	0,7	109	91	66		0,7	122	97	66
	0,8	130	107	74		0,8	150	116	76
15/Ago	0,5	92	78	58	01/Dez	0,5	127	101	73
	0,6	92	81	59		0,6	128	105	74
	0,7	98	84	61		0,7	129	107	75
	0,8	102	85	61		0,8	140	115	81
01/Set	0,5	107	83	62	15/Dez	0,5	109	91	65
	0,6	108	84	63		0,6	113	93	66
	0,7	113	84	64		0,7	121	95	67
	0,8	117	97	69		0,8	129	107	75
15/Set	0,5	93	78	50	01/Jan	0,5	57	50	41
	0,6	96	81	59		0,6	66	61	52
	0,7	112	91	65		0,7	101	87	66
	0,8	114	96	71		0,8	115	97	71
01/Out	0,5	87	78	64	15/Jan	0,5	52	47	39
	0,6	112	94	67		0,6	52	47	40
	0,7	116	95	68		0,7	62	56	47
	0,8	134	113	83		0,8	64	58	48
15/Out	0,5	98	86	69	01/Fev	0,5 ²	32	28	25
	0,6	110	95	74		0,6	35	32	29
	0,7	126	107	78		0,7	37	35	33
	0,8	142	119	86		0,8	45	42	36
01/Nov	0,5	119	100	42	15/Fev	0,5 ²	21	19	17
	0,6	119	100	73		0,6	25	24	24
	0,7	126	105	75		0,7	26	26	26
	0,8	142	118	84		0,8	41	37	31

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BA – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos, São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	99	84	62	15/Nov	0,5	108	93	71
	0,6	102	87	64		0,6	115	97	71
	0,7	114	95	68		0,7	125	97	72
	0,8	120	98	70		0,8	155	117	73
15/Ago	0,5	103	84	59	01/Dez	0,5	99	83	61
	0,6	106	86	60		0,6	120	101	73
	0,7	119	94	63		0,7	144	115	78
	0,8	140	108	70		0,8	155	126	86
01/Set	0,5	90	75	55	15/Dez	0,5	110	89	62
	0,6	112	91	65		0,6	115	91	66
	0,7	126	100	68		0,7	151	116	75
	0,8	144	114	78		0,8	153	117	82
15/Set	0,5	81	70	54	01/Jan	0,5	65	57	47
	0,6	106	87	63		0,6	82	73	59
	0,7	125	100	69		0,7	100	88	68
	0,8	146	118	82		0,8	110	94	69
01/Out	0,5	106	88	64	15/Jan	0,5	40	38	35
	0,6	119	99	73		0,6	55	52	46
	0,7	134	112	82		0,7	64	58	47
	0,8	153	127	93		0,8	81	69	51
15/Out	0,5	99	83	62	01/Fev	0,5	37	35	33
	0,6	136	102	73		0,6	50	45	42
	0,7	166	119	84		0,7	62	56	43
	0,8	168	127	94		0,8	75	65	49
01/Nov	0,5	127	101	68	15/Fev	0,5	32	31	30
	0,6	135	101	70		0,6	45	41	35
	0,7	146	117	81		0,7	59	54	45
	0,8	171	137	96		0,8	71	60	48

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Apêndice BB – Estimativa da lâmina bruta máxima de irrigação (mm) necessária à cultura do milho para o grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em todos os anos agrícolas do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	84	75	62	15/Nov	0,5	103	94	80
	0,6	96	87	63		0,6	128	110	86
	0,7	103	88	65		0,7	128	111	87
	0,8	151	112	68		0,8	128	112	88
15/Ago	0,5	103	97	60	01/Dez	0,5	138	118	89
	0,6	112	99	61		0,6	139	122	89
	0,7	123	104	64		0,7	156	122	89
	0,8	142	108	68		0,8	156	129	91
01/Set	0,5	119	101	53	15/Dez	0,5	126	106	76
	0,6	128	101	58		0,6	135	113	79
	0,7	128	105	61		0,7	149	124	87
	0,8	133	107	64		0,8	149	125	89
15/Set	0,5	104	88	55	01/Jan	0,5	93	80	61
	0,6	112	89	57		0,6	105	91	71
	0,7	119	93	61		0,7	106	92	72
	0,8	125	99	67		0,8	119	100	74
01/Out	0,5	97	91	66	15/Jan	0,5 ²	35	33	32
	0,6	104	93	67		0,6	44	43	42
	0,7	118	98	71		0,7	64	59	47
	0,8	143	115	80		0,8	72	61	55
15/Out	0,5	145	91	77	01/Fev	0,5	29	28	27
	0,6	145	94	80		0,6	40	36	34
	0,7	147	96	83		0,7	62	55	44
	0,8	149	117	84		0,8	68	57	52
01/Nov	0,5	103	94	78	15/Fev	0,5 ²	23	21	20
	0,6	142	113	98		0,6 ²	35	32	30
	0,7	144	117	98		0,7	45	42	38
	0,8	147	123	102		0,8	53	49	47

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BC – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Alto das Canas e Cambaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	3	3	2	15/Nov	0,5	3	3	2
	0,6	4	3	3		0,6	4	4	3
	0,7	7	5	4		0,7	7	5	3
	0,8	9	8	6		0,8	10	8	6
15/Ago	0,5	3	3	2	01/Dez	0,5	5	4	3
	0,6	4	3	2		0,6	6	5	3
	0,7	6	5	4		0,7	8	7	5
	0,8	10	8	6		0,8	13	12	9
01/Set	0,5	3	3	2	15/Dez	0,5	4	3	2
	0,6	4	4	3		0,6	6	5	4
	0,7	6	5	4		0,7	9	7	5
	0,8	11	9	7		0,8	13	11	8
15/Set	0,5	3	3	2	01/Jan	0,5	4	4	2
	0,6	4	4	3		0,6	6	5	4
	0,7	7	6	4		0,7	8	7	5
	0,8	10	9	7		0,8	13	10	7
01/Out	0,5	3	3	2	15/Jan	0,5	2	1	1
	0,6	5	4	3		0,6	2	2	1
	0,7	7	6	5		0,7	3	3	2
	0,8	14	12	8		0,8	6	5	4
15/Out	0,5	4	3	2	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	5	5	3		0,6 ²	2	1	1
	0,7	8	7	5		0,7	2	2	2
	0,8	12	11	9		0,8	4	3	3
01/Nov	0,5	4	3	2	15/Fev	0,5 ²	1	1	1
	0,6	6	5	4		0,6 ²	2	1	1
	0,7	9	7	6		0,7	2	2	2
	0,8	14	12	10		0,8	5	4	3

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BD – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	3	2	2	15/Nov	0,5	3	2	2
	0,6	4	3	2		0,6	4	3	2
	0,7	5	5	4		0,7	6	5	3
	0,8	8	7	6		0,8	10	8	6
15/Ago	0,5	3	3	2	01/Dez	0,5	4	3	2
	0,6	4	3	2		0,6	5	4	3
	0,7	6	5	4		0,7	8	6	4
	0,8	10	8	6		0,8	12	11	8
01/Set	0,5	3	2	2	15/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	4	3	3		0,6	5	5	3
	0,7	6	5	4		0,7	8	7	5
	0,8	10	8	6		0,8	12	10	7
15/Set	0,5	3	2	2	01/Jan	0,5	3	3	2
	0,6	4	4	3		0,6	5	4	3
	0,7	6	5	4		0,7	8	6	4
	0,8	10	9	7		0,8	12	10	7
01/Out	0,5	3	3	2	15/Jan	0,5	2	1	1
	0,6	5	4	3		0,6	2	2	1
	0,7	7	6	5		0,7	4	3	2
	0,8	13	11	8		0,8	6	5	4
15/Out	0,5	3	3	2	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	5	4	3		0,6	2	2	1
	0,7	7	7	5		0,7	2	2	2
	0,8	12	11	8		0,8	4	3	2
01/Nov	0,5	4	3	2	15/Fev	0,5 ²	1	1	0
	0,6	6	5	3		0,6 ²	2	1	1
	0,7	8	7	6		0,7	3	3	2
	0,8	12	11	9		0,8	4	3	3

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BE – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	2	2	1	15/Nov	0,5	3	3	2
	0,6	2	2	2		0,6	4	4	3
	0,7	5	4	3		0,7	6	5	3
	0,8	6	5	4		0,8	9	7	4
15/Ago	0,5	3	3	2	01/Dez	0,5	3	2	2
	0,6	3	3	2		0,6	4	3	2
	0,7	4	4	2		0,7	5	4	3
	0,8	7	6	4		0,8	9	7	5
01/Set	0,5	2	2	2	15/Dez	0,5	3	2	2
	0,6	3	2	2		0,6	4	3	3
	0,7	4	3	2		0,7	6	5	4
	0,8	6	5	4		0,8	10	8	6
15/Set	0,5	2	2	2	01/Jan	0,5	3	2	2
	0,6	3	3	2		0,6	4	3	2
	0,7	4	4	3		0,7	5	5	3
	0,8	7	6	4		0,8	8	7	5
01/Out	0,5	3	3	2	15/Jan	0,5 ²	2	2	1
	0,6	4	3	2		0,6 ²	2	2	2
	0,7	5	4	3		0,7	2	2	2
	0,8	9	7	4		0,8	4	3	2
15/Out	0,5	4	3	2	01/Fev	0,5 ²	1	1	1
	0,6	4	4	2		0,6 ²	2	1	1
	0,7	6	6	4		0,7	2	2	2
	0,8	9	7	5		0,8	3	3	2
01/Nov	0,5	3	3	2	15/Fev	0,5 ²	1	1	0
	0,6	4	4	3		0,6 ²	1	1	1
	0,7	6	5	4		0,7 ²	2	2	1
	0,8	10	8	6		0,8	2	2	2

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BF – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação normal, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	2	2	1	15/Nov	0,5	2	2	2
	0,6	2	2	2		0,6	3	3	3
	0,7	3	3	2		0,7	6	5	3
	0,8	5	5	3		0,8	8	7	5
15/Ago	0,5	2	2	1	01/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	3	3	2		0,6	4	3	2
	0,7	4	4	3		0,7	5	4	3
	0,8	7	5	3		0,8	8	7	5
01/Set	0,5	2	1	1	15/Dez	0,5	2	2	2
	0,6	2	2	2		0,6	3	3	2
	0,7	3	3	2		0,7	5	4	3
	0,8	5	4	3		0,8	8	7	5
15/Set	0,5	2	2	2	01/Jan	0,5	3	2	2
	0,6	3	2	2		0,6	4	3	2
	0,7	4	3	2		0,7	5	4	3
	0,8	6	5	4		0,8	8	6	4
01/Out	0,5	4	3	2	15/Jan	0,5	2	2	2
	0,6	4	3	2		0,6 ²	2	2	2
	0,7	4	4	2		0,7	2	2	1
	0,8	7	6	4		0,8	3	3	2
15/Out	0,5	3	3	2	01/Fev	0,5 ²	1	1	1
	0,6	4	4	2		0,6 ²	2	1	1
	0,7	5	5	3		0,7 ²	2	2	2
	0,8	9	7	4		0,8	3	2	2
01/Nov	0,5	3	2	2	15/Fev	0,5 ²	1	0	0
	0,6	3	3	2		0,6 ²	1	1	0
	0,7	5	4	3		0,7 ²	2	1	1
	0,8	8	7	5		0,8	3	2	2

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BG – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Alto das Canas e Cambaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	3	2	2	15/Nov	0,5	3	3	2
	0,6	4	3	3		0,6	5	4	3
	0,7	5	4	4		0,7	8	6	4
	0,8	8	7	6		0,8	12	10	7
15/Ago	0,5	3	3	2	01/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	4	3	2		0,6	5	4	3
	0,7	6	5	4		0,7	7	6	5
	0,8	11	9	6		0,8	12	11	8
01/Set	0,5	3	2	2	15/Dez	0,5	4	4	3
	0,6	4	4	3		0,6	6	5	3
	0,7	6	5	4		0,7	9	8	5
	0,8	10	8	7		0,8	14	11	8
15/Set	0,5	3	2	2	01/Jan	0,5	5	4	3
	0,6	4	4	3		0,6	6	5	4
	0,7	6	6	4		0,7	9	7	4
	0,8	10	9	7		0,8	13	11	8
01/Out	0,5	4	3	2	15/Jan	0,5	2	2	2
	0,6	5	4	3		0,6	3	2	2
	0,7	7	6	5		0,7	4	3	2
	0,8	13	11	8		0,8	6	5	4
15/Out	0,5	3	3	2	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	6	5	3		0,6	2	2	2
	0,7	7	7	5		0,7	3	2	2
	0,8	12	10	8		0,8	4	4	3
01/Nov	0,5	4	3	2	15/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	5	4	3		0,6 ²	2	2	1
	0,7	8	7	5		0,7	2	2	2
	0,8	12	11	9		0,8	5	4	3

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BH – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Charrua, Ciriaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	4	4	3	15/Nov	0,5	6	5	4
	0,6	7	6	5		0,6	7	6	5
	0,7	9	8	7		0,7	11	10	7
	0,8	15	13	10		0,8	17	15	12
15/Ago	0,5	5	5	3	01/Dez	0,5	6	5	4
	0,6	8	6	5		0,6	9	8	6
	0,7	11	9	7		0,7	12	11	9
	0,8	17	15	11		0,8	20	18	14
01/Set	0,5	6	5	4	15/Dez	0,5	7	6	4
	0,6	7	6	5		0,6	8	7	5
	0,7	11	9	8		0,7	13	11	8
	0,8	16	15	12		0,8	20	17	12
15/Set	0,5	6	5	4	01/Jan	0,5	6	5	4
	0,6	8	7	5		0,6	8	7	5
	0,7	11	10	8		0,7	11	9	6
	0,8	17	15	12		0,8	17	14	10
01/Out	0,5	7	6	4	15/Jan	0,5	3	3	2
	0,6	9	8	6		0,6	4	4	3
	0,7	14	12	9		0,7	7	6	5
	0,8	20	18	14		0,8	12	10	7
15/Out	0,5	6	5	4	01/Fev	0,5	2	2	2
	0,6	9	8	6		0,6	3	3	2
	0,7	12	11	9		0,7	5	4	4
	0,8	20	17	14		0,8	9	8	6
01/Nov	0,5	7	6	5	15/Fev	0,5	3	3	2
	0,6	9	8	7		0,6	3	3	2
	0,7	13	12	10		0,7	5	4	3
	0,8	20	18	15		0,8	8	6	4

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Apêndice BI – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	2	2	2	15/Nov	0,5	3	3	2
	0,6	3	3	2		0,6	4	4	3
	0,7	5	4	3		0,7	6	5	4
	0,8	7	7	5		0,8	10	9	6
15/Ago	0,5	3	3	2	01/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	4	3	2		0,6	5	4	3
	0,7	6	5	4		0,7	7	6	4
	0,8	9	8	6		0,8	12	10	7
01/Set	0,5	3	2	2	15/Dez	0,5	4	3	2
	0,6	4	3	3		0,6	5	5	3
	0,7	5	5	4		0,7	8	7	5
	0,8	9	8	6		0,8	12	10	7
15/Set	0,5	3	2	2	01/Jan	0,5	4	3	2
	0,6	4	3	3		0,6	5	4	3
	0,7	6	5	4		0,7	8	6	4
	0,8	10	8	6		0,8	11	9	7
01/Out	0,5	3	3	2	15/Jan	0,5	2	2	1
	0,6	5	4	3		0,6	3	2	2
	0,7	7	6	5		0,7	4	3	2
	0,8	13	10	8		0,8	6	5	4
15/Out	0,5	3	3	2	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	5	4	3		0,6	2	2	1
	0,7	7	6	5		0,7	2	2	2
	0,8	12	10	7		0,8	4	3	3
01/Nov	0,5	4	3	2	15/Fev	0,5 ²	1	1	1
	0,6	5	4	3		0,6 ²	2	1	1
	0,7	7	6	5		0,7	2	2	1
	0,8	12	10	8		0,8	3	3	2

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BJ – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	2	2	2	15/Nov	0,5	3	3	2
	0,6	2	2	2		0,6	4	3	3
	0,7	4	3	2		0,7	6	5	4
	0,8	6	5	4		0,8	9	8	5
15/Ago	0,5	2	2	2	01/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	3	3	2		0,6	5	4	3
	0,7	5	4	3		0,7	5	4	3
	0,8	8	6	4		0,8	9	8	6
01/Set	0,5	3	2	2	15/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	3	3	2		0,6	4	4	3
	0,7	4	3	2		0,7	5	5	3
	0,8	7	5	4		0,8	11	8	5
15/Set	0,5	2	2	1	01/Jan	0,5	3	2	2
	0,6	3	2	2		0,6	4	3	2
	0,7	4	3	3		0,7	6	5	3
	0,8	8	6	4		0,8	9	7	5
01/Out	0,5	3	2	2	15/Jan	0,5 ²	2	1	1
	0,6	4	3	2		0,6 ²	2	2	1
	0,7	5	4	3		0,7	2	2	2
	0,8	9	7	5		0,8	4	4	3
15/Out	0,5	4	3	2	01/Fev	0,5 ²	1	1	1
	0,6	4	3	2		0,6 ²	2	1	1
	0,7	6	5	3		0,7	2	2	2
	0,8	9	6	5		0,8	4	3	2
01/Nov	0,5	3	2	2	15/Fev	0,5 ²	1	1	0
	0,6	4	4	2		0,6 ²	1	1	1
	0,7	6	5	3		0,7 ²	2	2	1
	0,8	9	8	6		0,8	2	2	2

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BK – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	3	3	2	15/Nov	0,5	4	4	3
	0,6	4	3	3		0,6	6	5	4
	0,7	6	5	4		0,7	8	6	4
	0,8	10	8	5		0,8	12	10	7
15/Ago	0,5	3	3	2	01/Dez	0,5	4	4	3
	0,6	4	4	3		0,6	6	5	4
	0,7	7	6	4		0,7	8	7	5
	0,8	11	9	6		0,8	13	11	8
01/Set	0,5	3	2	2	15/Dez	0,5	4	3	2
	0,6	5	4	3		0,6	5	5	3
	0,7	6	5	4		0,7	8	7	5
	0,8	10	8	6		0,8	14	12	8
15/Set	0,5	3	3	2	01/Jan	0,5	4	3	2
	0,6	4	4	3		0,6	5	5	3
	0,7	7	6	4		0,7	8	6	4
	0,8	11	9	7		0,8	12	10	7
01/Out	0,5	4	3	2	15/Jan	0,5 ²	2	2	1
	0,6	5	4	3		0,6	3	2	2
	0,7	8	7	5		0,7	4	3	3
	0,8	13	11	8		0,8	6	5	4
15/Out	0,5	4	4	3	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	5	5	3		0,6	2	2	2
	0,7	8	7	5		0,7	3	3	2
	0,8	13	11	8		0,8	6	5	4
01/Nov	0,5	5	4	3	15/Fev	0,5 ²	1	1	1
	0,6	6	5	4		0,6	2	2	1
	0,7	9	8	5		0,7	3	3	2
	0,8	14	12	9		0,8	5	4	3

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BL – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação precoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	2	2	1	15/Nov	0,5	2	2	2
	0,6	2	2	2		0,6	3	3	3
	0,7	3	3	2		0,7	5	4	4
	0,8	5	5	4		0,8	9	7	5
15/Ago	0,5	2	2	2	01/Dez	0,5	3	2	2
	0,6	3	2	2		0,6	4	4	3
	0,7	4	3	2		0,7	5	5	3
	0,8	6	5	4		0,8	8	6	4
01/Set	0,5	2	1	1	15/Dez	0,5	2	2	2
	0,6	3	2	2		0,6	4	3	2
	0,7	3	3	2		0,7	5	4	3
	0,8	5	4	3		0,8	8	7	5
15/Set	0,5	2	2	2	01/Jan	0,5	2	2	1
	0,6	2	2	2		0,6	3	3	2
	0,7	3	3	2		0,7	4	4	3
	0,8	6	5	4		0,8	8	7	5
01/Out	0,5	3	3	2	15/Jan	0,5 ²	2	1	1
	0,6	3	3	2		0,6 ²	2	2	1
	0,7	4	3	2		0,7	2	2	1
	0,8	7	6	4		0,8	3	3	2
15/Out	0,5	2	2	2	01/Fev	0,5 ²	1	1	0
	0,6	4	4	3		0,6 ²	2	1	1
	0,7	5	4	3		0,7	2	2	1
	0,8	8	6	4		0,8	3	3	2
01/Nov	0,5	2	2	2	15/Fev	0,5 ²	1	0	0
	0,6	3	3	2		0,6 ²	1	1	0
	0,7	5	4	3		0,7 ²	2	1	0
	0,8	7	6	5		0,8	2	2	1

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BM – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Alto das Canas e Cambaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	2	2	2	15/Nov	0,5	3	3	2
	0,6	3	3	2		0,6	4	4	2
	0,7	5	4	3		0,7	7	5	4
	0,8	8	7	5		0,8	10	8	6
15/Ago	0,5	3	2	2	01/Dez	0,5	4	3	3
	0,6	4	3	2		0,6	5	5	3
	0,7	6	5	4		0,7	8	7	5
	0,8	10	8	6		0,8	13	11	8
01/Set	0,5	3	3	2	15/Dez	0,5	4	4	3
	0,6	4	3	2		0,6	6	5	4
	0,7	6	5	4		0,7	9	7	5
	0,8	10	9	7		0,8	14	12	8
15/Set	0,5	3	3	2	01/Jan	0,5	4	3	2
	0,6	5	4	3		0,6	5	5	4
	0,7	6	5	4		0,7	8	7	5
	0,8	11	9	7		0,8	12	10	7
01/Out	0,5	4	3	2	15/Jan	0,5	3	2	2
	0,6	5	4	3		0,6	3	3	2
	0,7	7	6	5		0,7	4	3	3
	0,8	12	10	8		0,8	7	6	5
15/Out	0,5	4	3	2	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	6	5	4		0,6	2	2	2
	0,7	8	6	5		0,7	3	3	2
	0,8	12	9	8		0,8	5	4	3
01/Nov	0,5	3	3	2	15/Fev	0,5 ²	1	1	0
	0,6	5	4	3		0,6 ²	2	1	1
	0,7	8	7	5		0,7	2	2	2
	0,8	13	11	9		0,8	5	5	4

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BN – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Charrua, Ciríaco, Guassupi e Júlio de Castilhos, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	4	4	3	15/Nov	0,5	5	4	4
	0,6	6	5	4		0,6	7	6	5
	0,7	9	8	6		0,7	11	9	7
	0,8	13	12	10		0,8	17	15	11
15/Ago	0,5	6	5	3	01/Dez	0,5	6	5	4
	0,6	7	6	5		0,6	8	7	6
	0,7	10	9	7		0,7	12	11	8
	0,8	15	14	11		0,8	20	17	13
01/Set	0,5	5	5	4	15/Dez	0,5	6	6	4
	0,6	7	6	5		0,6	9	8	6
	0,7	11	9	7		0,7	13	11	8
	0,8	16	14	12		0,8	20	17	13
15/Set	0,5	6	5	4	01/Jan	0,5	5	5	4
	0,6	7	7	5		0,6	8	6	4
	0,7	11	10	8		0,7	11	9	6
	0,8	16	15	12		0,8	17	14	10
01/Out	0,5	6	5	4	15/Jan	0,5	4	3	2
	0,6	8	7	6		0,6	5	4	3
	0,7	12	10	9		0,7	7	6	5
	0,8	19	17	13		0,8	12	10	8
15/Out	0,5	6	5	4	01/Fev	0,5	2	2	2
	0,6	9	7	6		0,6	3	3	2
	0,7	12	9	9		0,7	6	5	4
	0,8	19	15	14		0,8	9	8	6
01/Nov	0,5	7	6	4	15/Fev	0,5	2	2	2
	0,6	9	8	6		0,6	3	3	2
	0,7	12	11	9		0,7	5	4	3
	0,8	19	18	15		0,8	8	6	4

1-Fração da CAD mantida pela irrigação.

Apêndice BO – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos Oásis e São Gabriel, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	2	2	1	15/Nov	0,5	3	2	2
	0,6	3	3	2		0,6	4	3	2
	0,7	5	4	3		0,7	6	5	4
	0,8	8	7	5		0,8	11	8	6
15/Ago	0,5	3	3	2	01/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	4	3	2		0,6	5	4	3
	0,7	5	5	4		0,7	7	6	4
	0,8	10	8	6		0,8	12	10	7
01/Set	0,5	3	2	2	15/Dez	0,5	4	4	3
	0,6	4	3	2		0,6	6	5	3
	0,7	5	5	4		0,7	8	7	5
	0,8	10	8	6		0,8	15	11	7
15/Set	0,5	3	2	2	01/Jan	0,5	3	3	2
	0,6	4	3	3		0,6	5	4	3
	0,7	5	5	4		0,7	7	6	4
	0,8	10	8	6		0,8	11	9	6
01/Out	0,5	3	3	2	15/Jan	0,5	2	2	1
	0,6	5	4	3		0,6	3	2	2
	0,7	7	6	4		0,7	4	3	2
	0,8	11	10	7		0,8	7	6	4
15/Out	0,5	3	3	2	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	5	4	3		0,6	2	2	1
	0,7	7	6	5		0,7	2	2	2
	0,8	11	9	8		0,8	5	4	3
01/Nov	0,5	3	3	2	15/Fev	0,5 ²	1	1	1
	0,6	5	4	3		0,6 ²	2	2	1
	0,7	7	6	5		0,7	2	2	2
	0,8	12	10	8		0,8	3	3	3

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BP – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Santa Maria, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	2	2	2	15/Nov	0,5	3	3	2
	0,6	2	2	2		0,6	3	3	2
	0,7	4	3	3		0,7	5	4	3
	0,8	7	6	4		0,8	9	7	5
15/Ago	0,5	2	2	1	01/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	3	3	2		0,6	4	4	3
	0,7	4	4	3		0,7	6	5	3
	0,8	6	5	4		0,8	9	8	5
01/Set	0,5	3	2	2	15/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	3	3	2		0,6	5	4	3
	0,7	4	3	2		0,7	6	5	3
	0,8	7	6	4		0,8	10	8	5
15/Set	0,5	2	2	2	01/Jan	0,5	2	2	1
	0,6	3	2	2		0,6	3	3	2
	0,7	5	4	3		0,7	5	4	3
	0,8	7	6	4		0,8	9	7	5
01/Out	0,5	2	2	2	15/Jan	0,5	2	2	1
	0,6	3	3	2		0,6	2	2	2
	0,7	5	4	3		0,7	3	3	2
	0,8	8	7	5		0,8	4	4	3
15/Out	0,5	3	2	2	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	4	3	2		0,6	2	2	1
	0,7	6	5	3		0,7	2	2	2
	0,8	9	5	5		0,8	4	4	3
01/Nov	0,5	3	3	2	15/Fev	0,5 ²	1	1	0
	0,6	4	3	2		0,6 ²	1	1	1
	0,7	5	5	3		0,7 ²	2	1	1
	0,8	9	8	5		0,8	2	2	2

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BQ – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para os solos São Pedro, Venda Grande e Cerrito, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	3	3	2	15/Nov	0,5	4	3	2
	0,6	4	3	3		0,6	5	4	3
	0,7	6	5	4		0,7	7	6	4
	0,8	9	8	5		0,8	11	9	6
15/Ago	0,5	3	3	2	01/Dez	0,5	4	3	2
	0,6	4	4	3		0,6	6	5	4
	0,7	6	5	4		0,7	9	7	5
	0,8	10	8	6		0,8	14	11	8
01/Set	0,5	3	2	2	15/Dez	0,5	5	4	3
	0,6	5	4	3		0,6	6	5	3
	0,7	7	5	4		0,7	11	8	5
	0,8	10	9	6		0,8	17	12	7
15/Set	0,5	3	3	2	01/Jan	0,5	3	3	2
	0,6	4	4	3		0,6	5	4	3
	0,7	7	6	4		0,7	8	6	5
	0,8	11	9	7		0,8	11	9	7
01/Out	0,5	4	3	2	15/Jan	0,5	2	2	1
	0,6	5	4	3		0,6	3	3	2
	0,7	7	6	4		0,7	4	3	3
	0,8	12	10	7		0,8	7	6	4
15/Out	0,5	4	3	2	01/Fev	0,5	2	2	1
	0,6	6	4	3		0,6	3	2	2
	0,7	8	6	5		0,7	4	3	2
	0,8	13	9	8		0,8	6	5	4
01/Nov	0,5	4	4	3	15/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	5	5	4		0,6	2	2	1
	0,7	8	7	5		0,7	3	3	3
	0,8	14	12	9		0,8	5	5	4

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

Apêndice BR – Estimativa do número de irrigações necessárias por ano à cultura do milho do grupo de maturação superprecoce, com diferentes probabilidades de ocorrência, para o solo Vacacaí, sob quatro níveis de manejo de irrigação (M) e 14 épocas de semeadura (ES), simuladas em cada ano agrícola do período entre 1968 e 2008. Santa Maria, RS, 2009.

ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência			ES	M ¹	Probabilidade de ocorrência		
		95%	90%	75%			95%	90%	75%
01/Ago	0,5	2	2	1	15/Nov	0,5	2	2	1
	0,6	2	2	2		0,6	3	3	2
	0,7	3	3	2		0,7	4	4	3
	0,8	5	4	3		0,8	7	6	4
15/Ago	0,5	3	2	2	01/Dez	0,5	3	2	2
	0,6	3	2	2		0,6	4	3	2
	0,7	3	3	2		0,7	5	4	3
	0,8	5	4	3		0,8	9	7	5
01/Set	0,5	2	2	1	15/Dez	0,5	3	3	2
	0,6	3	2	2		0,6	4	3	2
	0,7	3	3	2		0,7	6	5	3
	0,8	5	5	3		0,8	10	7	4
15/Set	0,5	2	2	1	01/Jan	0,5	2	2	1
	0,6	3	2	2		0,6	3	3	2
	0,7	4	3	2		0,7	4	3	3
	0,8	6	5	4		0,8	7	6	4
01/Out	0,5	3	3	2	15/Jan	0,5 ²	1	1	1
	0,6	3	3	2		0,6 ²	2	2	1
	0,7	4	3	2		0,7	2	2	2
	0,8	7	6	4		0,8	3	3	2
15/Out	0,5	3	2	2	01/Fev	0,5 ²	2	1	1
	0,6	3	3	2		0,6	2	2	2
	0,7	4	4	3		0,7	2	2	2
	0,8	8	5	4		0,8	4	4	3
01/Nov	0,5	2	2	2	15/Fev	0,5 ²	1	1	0
	0,6	4	3	2		0,6 ²	2	1	1
	0,7	5	4	3		0,7 ²	2	1	1
	0,8	8	7	5		0,8	2	2	1

1-Fração da CAD mantida pela irrigação. 2-Valores determinados pela distribuição empírica.

ANEXO A – Descrição das características dos solos estudados, conforme Cardoso (2005).

Argissolos

O termo Argissolo deriva da presença de um horizonte subsuperficial mais argiloso no perfil. São geralmente profundos a muito profundos, bem drenados, e podem ser originados a partir de rochas eruptivas, como os basaltos e granitos ou de arenitos e outros sedimentos. A limitação física refere-se à textura, espessura da camada arenosa (que promove rápida infiltração de água) com mudanças abruptas (arênico e espessarênicos), ou só mudança abrupta (abrupticos). A declividade do relevo interfere na erosão hídrica e no potencial de uso, pois ocorrem em relevo suavemente ondulado até fortemente ondulado, formado por elevações (coxilhas) com declives que variam de 5 a 10 % e altitude de 400 a 700m, ocupando a maior área territorial do RGS.

Classe: Argissolo Bruno Acinzentado Alumínico típico.

Unidade de mapeamento: Oásis.

Antiga classificação: Laterítico Bruno Avermelhado distrófico húmico textura argilosa.

Sua ocorrência na área de estudo concentra-se na parte alta com menor declive do relevo da borda do Planalto, nos municípios de Itaara, Silveira Martins, Faxinal do Soturno, Agudo. Sob condições de vegetação natural predominam a vegetação rasteira e mata secundária; as raízes são “abundantes” no horizonte A até 25 cm, “muitas” no horizonte A de 25 até 40cm e “poucas” no horizonte B até 65cm de profundidade (BRASIL, 1973).

Classe: Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico úmbrico.

Unidade de mapeamento: Júlio de Castilhos.

Antiga classificação: Podzólico Vermelho Amarelo álico textura argilosa.

Os municípios de maior ocorrência na área de estudo são Santa Maria, São Pedro do Sul, Silveira Martins, Itaara e Nova Palma, parte alta com menos declive na borda do Planalto. Sob condições naturais predominam a vegetação rasteira de campos mistos e matas galerias; as raízes são “abundantes” no

horizonte A até 30 cm, “raras” no horizonte AB de 30 até 50cm, e “escassas” no horizonte B de 50 até 80cm de profundidade.

Classe: Argissolo Vermelho Distrófico arênico.

Unidade de mapeamento: São Pedro.

Antiga classificação: Podzólico Vermelho Amarelo textura média.

Sua ocorrência na área de estudo é maior na parte alta das coxilhas nos municípios de São Pedro do Sul, Santa Maria, Restinga Seca, Formigueiro e São Gabriel. Nele predomina a vegetação rasteira de campos grossos; as raízes são “abundantes” no horizonte A até 65 cm, “muitas” no horizonte AB de 65 a 100cm, e “poucas” no horizonte B de 100 até 130cm de profundidade.

Classe: Argissolo vermelho distrófico latossólico (PVd3).

Unidade de mapeamento: Alto das Canas.

Antiga classificação: Laterítico Bruno Avermelhado eutrófico textura argilosa.

Na área de estudo tem maior ocorrência nos municípios de São Gabriel e São Sepé. A vegetação natural se apresenta com campos mistos; as raízes, segundo Brasil (1973), são classificadas como “abundantes” no horizonte A até 40 cm, e “muitas” no horizonte AB de 40 até 133cm de profundidade.

Classe: Argissolo Amarelo Alítico típico

Unidade de mapeamento: Santa Maria.

Antiga classificação: Brunizem Hidromórfico textura média.

Os municípios de maior ocorrência na área de estudo são: Santa Maria, São Pedro do Sul, Restinga Seca, São Sepé, Formigueiro, São Gabriel, Faxinal do Soturno, Nova Palma, Dona Francisca, Cacequi. Sob condições de pastagem nativa, vegetação predominante na sua área de ocorrência, as raízes são “abundantes” no horizonte A até 40 cm e “poucas” no horizonte A/B de 40 até 55cm de profundidade.

Chernossolos

Essa classe de solos caracteriza-se pelos solos rasos a profundos (80 a 120 cm em média), com perfil de horizontes A-B-C, com médios a altos teores de material orgânico, desenvolvidos a partir do basalto que lhe confere cores

escuras ao horizonte superficial A. Apresenta horizonte B textural, pouco espesso (30-60cm), de textura argilosa. O horizonte C é composto por material intemperizado (basalto amigdalóide), apresentando grande número de incrustações de vários tamanhos.

Classe: Chernossolo Argilúvico Férreo típico.

Unidade de mapeamento: Ciríaco.

Antiga classificação: Brunizem avermelhado raso textura argilosa.

Os municípios de maior ocorrência na área de estudo são Itaara, São Martinho da Serra e São Pedro do Sul. Sob condições naturais predomina a vegetação de mata subtropical alta, embora atualmente com expressivas áreas cultivadas. As raízes apresentam-se “abundantes” no horizonte A até 25 cm, “comuns” de 25 a 48 cm no horizonte AB e de 48 a 90cm como “ausentes” no horizonte B (BRASIL, 1973).

A unidade de mapeamento Ciríaco não constitui unidade de mapeamento simples no Rio Grande do Sul, estando sempre associados em manchas com os solos Charrua (Neossolos litólico eutrófico chernossólico – Rle1) formando a Associação Ciríaco-Charrua. Esses solos ocupam área de pequena extensão, em relevo ondulado a fortemente ondulado, o que dificulta a mecanização, exigindo práticas conservacionistas intensivas.

Classe: Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico.

Unidade de mapeamento: Venda Grande.

Antiga classificação: Brunizem raso.

Esses solos ocorrem em relevo ondulado com pequenas elevações e declive médio ($\approx 8\%$), em altitudes de 80 a 200m, aparecendo nos municípios de Restinga Seca, São Sepé, São Gabriel, Santa Maria, Dilermando de Aguiar e Cacequi.

A vegetação natural aparece como mata subtropical arbustiva, mas intensamente modificada e reduzida pelo uso agrícola intenso. As raízes apresentam-se “abundantes” no horizonte A até 28 cm e no horizonte B até 42 cm, sendo “comuns” no horizonte C de 42 a 75cm de profundidade (BRASIL, 1973).

Latossolos

É um solo profundo, bem desenvolvido, que, comparado aos demais solos, apresenta alta capacidade de armazenamento de água.

Classe: Latossolo Vermelho Distrófico típico.

Unidade de mapeamento: Cerrito.

Antiga classificação: Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico textura argilosa.

Esse solo ocorre na parte central do município de São Sepé. Sob condições naturais predomina a vegetação de campos com pequena cobertura de gramíneas, atualmente com áreas cultivadas intensamente assim como pecuária. As raízes apresentam-se “abundantes” no horizonte A até 35 cm e de 35 a 60cm no horizonte AB e são “comuns” de 60 a 94cm no horizonte BA e de 94 a 136cm no horizonte B.

Luvissolos

O termo luvissolo significa acumulação subsuperficial de argila. São solos quase sempre pouco profundos, com drenagem imperfeita, perfil com os horizontes A-B-C, com presença de argilas expansivas que favorecem a erosão, dificultando o manejo e exigindo práticas conservacionistas intensivas.

Classe: Luvissolo Crômico Pálido saprolítico.

Unidade de mapeamento: Cambai.

Antiga classificação: Brunizem Avermelhado raso textura argilosa.

Ocorrem em relevo ondulado nos municípios de Vila Nova, São Gabriel, e Santa Margarida do Sul. São pouco profundos a rasos, associados a afloramentos rochosos.

Sob condições naturais predomina a vegetação de campos finos, com mata galeria nas margens dos rios e arroios. As raízes apresentam-se “abundantes” no horizonte A até 40cm, “poucas” de 40 a 67cm no horizonte B e “raras” na profundidade de 67 a 85cm no horizonte BC.

Neossolos

O termo “neossolos” refere-se a solos novos, pouco desenvolvidos. São solos de formação muito recente, derivados do basalto. São encontrados em condições de relevo médio a fortemente ondulado, com drenagem moderada. Devido a sua pouca espessura, possuem fortes restrições às culturas anuais, mas apresentam aptidão para reflorestamento e fruticultura.

Classe: Neossolo Litólico Eutrófico típico.

Unidade de mapeamento: Charrua.

Antiga classificação: Litólico Eutrófico textura média.

Sua ocorrência na área estudada concentra-se nas encostas da Serra aparecendo sempre associado com solos Círiaco.

A vegetação original compunha-se de mata subtropical alta, mas está intensamente alterada pelo desmatamento intensivo e uso em áreas ocupadas com culturas regionais. As raízes são classificadas como “abundantes” até 20 cm no horizonte A, sendo que a próxima camada é de rocha matriz.

Classe: Neossolo Litólico Distró-úmbrico fragmentário

Unidade de mapeamento: Guassupi

Antiga classificação: Litólico Distrófico textura média

Área de ocorrência: nos municípios de São Martinho da Serra, São Pedro, Santa Maria, Itaara e Silveira Martins. A vegetação original predominante é a de campos com presença de matas baixas e esparsas, sendo utilizado para pastagens. O sistema radicular apresenta-se “abundante” com pouca profundidade até 20 cm e penetrando nas fendas de rochas.

Planossolos

Os Planossolos, típicos de áreas planas, são imperfeitamente ou mal drenados, encontrados em várzeas, com relevo plano a suave ondulado. São adequados para o cultivo de arroz irrigado, milho, soja e pastagens.

Classe: Planossolo Háplico Eutrófico arênico.

Unidade de mapeamento: Vacacaí.

Antiga classificação: Planosol textura média.

A área de ocorrência concentra-se em altitudes menores do que 150m em relevo plano à suave ondulado, nas várzeas dos rios, principalmente na Depressão Central. A vegetação predominante é a de campos, mas modificada pelo uso atual com cultivos de arroz e após sua colheita com pastagem de resteva.

O sistema radicular apresenta-se como “abundante” até 45 cm no horizonte A, “comum” de 45 a 70 cm no horizonte e de “poucas” raízes no horizonte B de 70 a 120 cm.

Classe: Planossolo Háplico Eutrófico típico.

Unidade de mapeamento: São Gabriel.

Antiga classificação: Planosol textura argilosa.

A área de sua ocorrência abrange uma faixa de relevo entre a várzea da margem direita do rio Vacacaí e as encostas da Serra do Sudeste nos municípios de São Gabriel, Santa Margarida do Sul, Vila Nova do Sul e São Sepé. O relevo é suavemente ondulado, com altitudes entre 80 a 200m. A vegetação predominante é a de campos finos entremeados de esparsos capões de mato. As raízes apresentam-se “abundantes” no horizonte A até 20 cm, “poucas” de 20 a 55cm no horizonte BC e ainda como “poucas” na profundidade de 55 a 68cm no horizonte C.

ANEXO B - Descrição das principais funções de densidade de probabilidade, conforme Silva (2008)

A função exponencial é utilizada para dados com forte assimetria à esquerda, ou seja, com forma similar à um “J” invertido (THOM, 1958; KITE, 1978). Sua função de densidade de probabilidade $f(x)$ é expressa por:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\lambda} e^{-x/\lambda} ; x > 0 \\ 0 & ; x < 0 \end{cases} \quad (35)$$

A probabilidade de ocorrer um valor menor ou igual à x pode ser calculada pela sua função de distribuição acumulada $F(x)$, dada por:

$$F(x) = \int_0^{\infty} f(x) = 1 - e^{-x/\lambda} \quad (36)$$

em que x é a variável aleatória contínua, e é base do logaritmo neperiano (2,718281828...) e λ é o parâmetro escalar, estimado pela média dos valores de x .

A distribuição com função gama é um caso particular da distribuição de Pearson do Tipo III, com parâmetro de localização igual à zero (THOM, 1958). Se x for uma variável aleatória contínua com valores maiores que zero, com distribuição gama de parâmetros $\alpha > 0$ e $\beta > 0$, sua função densidade de probabilidade é:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \text{ para } 0 < x < \infty \quad (37)$$

em que β e α são o parâmetro de escala e o parâmetro de forma da variável aleatória contínua x e $\Gamma(\alpha)$ é a função gama incompleta do parâmetro α (THOM, 1958). A média e a variância dos dados são iguais a $\alpha\beta$ e $\alpha\beta^2$. Sua função cumulativa de probabilidade $F(x)$ é definida por:

$$F(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx \quad (38)$$

A distribuição log-normal considera que os logaritmos das variáveis aleatórias seguem uma distribuição normal. A função densidade da distribuição

log-normal a dois e a três parâmetros são representadas pela seguinte equação (MIRSHAWKA, 1971):

$$f(x) = \frac{1}{(x-a)\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{[\ln(x-a)-\mu]^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (39)$$

em que $f(x)$ é a função densidade de probabilidade da variável aleatória x ; e a base dos logaritmos neperianos; μ a média dos logaritmos da variável x ; σ o desvio-padrão dos logaritmos da variável x ; e “ a ” o limite inferior da amostra, sendo “ a ” igual à zero para a função a dois parâmetros.

Assumindo-se valores entre a e b ($a \leq x \leq b$) para uma variável aleatória x , pode-se encontrar a probabilidade de x por:

$$F(a \leq x \leq b) = \int_a^b \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{[\ln(x-a)-\mu]^2}{2\sigma^2}\right)} dx \quad (40)$$

O valor de “ a ” pode ser zero ou o valor mínimo da série. O valor de “ b ” pode ser o valor da variável aleatória quando se considera a probabilidade cumulativa de ocorrência daquele valor (HASTINGS & PEACOCK, 1975).

Uma das mais importantes distribuições de probabilidades, com muitas variáveis modeladas, é a distribuição de probabilidades “Normal”. Se a variável X tem distribuição normal com parâmetros média (μ), variância (σ^2) e desvio-padrão (σ), a sua função densidade de probabilidade é dada por (RIBEIRO JÚNIOR, 2004):

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \text{ para } -\infty < \mu < \infty, -\infty < x < \infty \text{ e } \sigma > 0 \quad (41)$$

A função densidade de probabilidade Weibull para a variável X , para os parâmetros escalar (β) e de forma (α), é dada por (RIBEIRO JÚNIOR, 2004):

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} x^{\alpha-1} e^{\left(-\frac{x}{\beta}\right)^\alpha}, \text{ para } x \geq 0, \alpha > 0 \text{ e } \beta > 0 \quad (42)$$

Utilizando-se os parâmetros das fdp calculou-se os valores de duração do ciclo, de lâmina de irrigação e do número de irrigações por ano agrícola mais prováveis, para os diferentes solos e épocas de semeadura.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)