

Avaliações de Risco Climático para a Cultura de Milho no Estado do Acre, Ano Agrícola 2017/2018



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Acre
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

DOCUMENTOS 154

Avaliações de Risco Climático para a Cultura de Milho no Estado do Acre, Ano Agrícola 2017/2018

Falberni de Souza Costa
Idésio Luis Franke
Balbino Antônio Evangelista
Aryeverton Fortes de Oliveira

Embrapa Acre
Rio Branco, AC
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Acre
Rodovia BR 364, km 14,
sentido Rio Branco/Porto Velho
Caixa Postal 321, CEP 69900-970 Rio Branco, AC
Fone: (68) 3212-3200, Fax: (68) 3212-3285
<http://www.embrapa.br>
<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Acre

Presidente
Elias Melo de Miranda

Secretária-Executiva
Claudia Carvalho Sena

Membros
Carlos Mauricio Soares de Andrade, Celso Luis Bergo, Evandro Orfanó Figueiredo, Rivalalve Coelho Gonçalves, Rodrigo Souza Santos, Romeu de Carvalho Andrade Neto, Tadário Kamel de Oliveira, Tatiana de Campos, Virgínia de Souza Álvares

Supervisão editorial e revisão de texto
Claudia Carvalho Sena, Suely Moreira de Melo

Normalização bibliográfica
Renata do Carmo França Seabra

Editoração eletrônica e tratamento das
ilustrações
Francisco Carlos da Rocha Gomes

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Fotos da capa
*Daniel Moreira Lambertucci
Marcelo André Klein*

1ª edição

1ª impressão (2018): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Acre

Avaliações de risco climático para a cultura de milho no Estado do Acre, ano
agrícola 2017/2018 / por Falbérni de Souza Costa ... [et al]. – Rio Branco, AC:
Embrapa Acre, 2018.

50 p.: il. color. – (Documentos / Embrapa Acre, ISSN 0104-9046; 154).

1. Risco climático – milho. 2. Aptidão climática – Acre. 3. Costa, Falbérni de
Souza. I. Embrapa Acre. II. Série.

635.67098112

Autores

Falberni de Souza Costa

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Idésio Luis Franke

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Desenvolvimento Sustentável, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Balbino Antônio Evangelista

Geógrafo, D.Sc. em Engenharia Agrícola, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

Aryeverton Fortes de Oliveira

Graduado em Ciências Econômicas, D.Sc. em Ciências (Economia Aplicada), pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Apresentação

A agricultura brasileira é fortemente dependente da precipitação pluvial em grande parte do seu território. Nas últimas décadas o planejamento da agricultura dentro da variabilidade natural do padrão climático não tem sido suficiente para evitar grandes perdas na produção. A frequência de eventos extremos tem aumentado, sendo necessário o conhecimento e entendimento de suas causas, para ampliar a chance de sucesso nos cultivos agrícolas.

A gestão de riscos, por meio do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) ou do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), proporciona aos produtores rurais soluções de estabilização do resultado econômico e ao sistema bancário estabilidade suficiente para oferecer recursos de crédito rural em momentos de crise.

A avaliação de risco climático é parte essencial desse sistema, representando um efetivo mecanismo de incorporação de conhecimentos agroclimáticos regionais nos instrumentos de gestão de riscos da política agrícola brasileira, o que é feito sob liderança da rede de agrometeorologistas da Embrapa e instituições parceiras. No Acre, chuvas fora da normal climatológica têm causado perdas significativas em várias cadeias produtivas, quer por excesso de chuvas ou por seca severa, impactando negativamente a economia do setor agropecuário.

A indicação de épocas de semeadura mais favoráveis aos cultivos reduz o risco de perdas. Nesse contexto a avaliação de risco climático para o milho em safra convencional (primeira safra) e em segunda safra para o Acre servirá como subsídio para a tomada de decisão de produtores, técnicos e agentes de financiamento da produção.

Eufran Ferreira do Amaral
Chefe-Geral da Embrapa Acre

Sumário

Avaliações de risco climático e as regionais de desenvolvimento do estado do Acre	9
Áreas potenciais para o cultivo de milho de primeira safra	11
Áreas potenciais para o cultivo de milho de segunda safra	22
Considerações finais	40
Referências	41
Literatura recomendada	42
Anexos.....	43

Avaliações de risco climático e as regionais de desenvolvimento do estado do Acre

O zoneamento agrícola de risco climático (Zarc) é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura, elaborado a partir de estudo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) sobre as exigências mínimas de cada cultura a ser zoneada. Após passar por revisão anual no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o Zarc é publicado em portarias divulgadas no Diário Oficial da União e no site do ministério, editadas por cultura agrícola e por Unidade da Federação, para vigência na safra indicada (Embrapa, 2017).

As portarias anuais do Zarc resultam da análise e modelagem de dados de clima, solos e informações fenológicas (relacionadas às culturas) (Brasil, 2017a). Os parâmetros são analisados a partir de metodologia validada pela Embrapa e adotada pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 2017b). Alguns exemplos de variáveis observadas:

- a) Clima – precipitação pluviométrica, temperatura, déficit hídrico, ocorrências de geadas e granizos, disponibilidade de água no solo, evapotranspiração real e potencial, estiagem agrícola e veranicos.
- b) Solo – disponibilidade máxima de água no solo, estimada em função da profundidade efetiva das raízes e da capacidade de água disponível dos solos.
- c) Cultivar – a classificação das cultivares em grupos de características homogêneas, associadas à duração dos diferentes ciclos, propicia a indicação dos períodos de plantio.

O Zarc maximiza o rendimento e minimiza os riscos associados ao clima. Identifica os municípios aptos e os períodos de semeadura com menor risco climático para o cultivo das lavouras em diferentes ciclos de culturas e tipos de solo, garantindo a viabilidade econômica do investimento. O primeiro zoneamento do gênero foi usado na safra 1996 para a cultura do trigo (Steinmetz; Silva, 2017). O método atual de obtenção do Zarc está descrito no Anexo I.

O Zarc promove a consolidação das cadeias produtivas e aumenta o valor da terra cultivada, beneficia diretamente produtores rurais e agentes financeiros, assim como, indiretamente, os fornecedores de insumos (Brasil, 2017b).

A primeira reunião de validação das avaliações de risco climático com o público de usuários diretos (agricultores, representantes de instituições de planejamento e de financiamento) para a cultura do milho no estado do Acre foi realizada em 2016. Correções foram propostas com base na experiência prática dos usuários diretos, as quais resultaram nos mapas e comentários apresentados a seguir.

As avaliações de risco climático para o milho são apresentadas tanto para a safra em período convencional do estado (semeadura a partir de setembro de um ano e colheita a partir de janeiro do ano posterior), denominada de safra convencional ou primeira safra neste trabalho, quanto para safra de 2ª época (semeadura a partir do final de fevereiro e colheita a partir de julho do mesmo ano), denominada como segunda safra. Outro aspecto a destacar é a apresentação das avaliações de risco climático para todo o Acre e com recorte para o milho cultivado nas regionais de desenvolvimento do estado de maior produção (Alto e Baixo Acre), tanto em área cultivada quanto em produtividade. As médias do Alto e Baixo Acre para área plantada (2.018 ha) e produtividade (2.260 kg ha⁻¹) comparadas às mesmas médias das regionais do Juruá, Purus e Tarauacá/Envira (1.554 ha e 1.540 kg ha⁻¹, respectivamente) demonstram superioridade da ordem de 30% (área plantada) e 47% (produtividade).

O estado do Acre é composto por duas mesorregiões (Vale do Acre e Vale do Juruá) e cinco regionais de desenvolvimento (Alto Acre, Baixo Acre, Juruá, Purus e Tarauacá/Envira – Anexo II). A regional do Juruá situa-se no oeste do estado, pertence à mesorregião do Vale do Juruá e ocupa 19,51% da área territorial do estado, sendo composta por cinco municípios: Cruzeiro do Sul, segundo município mais populoso do Acre, Mâncio Lima, Rodrigues Alves, Marechal Thaumaturgo e Porto Walter (Acre, 2010).

Na regional do Juruá, os municípios de Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima e Rodrigues Alves são os únicos com acesso terrestre, ocupam 11% da área territorial do estado, com uma população de 108.102 habitantes, sendo 39.711 (37%) residentes no meio rural (IBGE, 2010). Os municípios possuem

4.082 propriedades rurais; destas, 3.877 são classificadas como da agricultura familiar (IBGE, 2006). O elevado número de pequenas propriedades é, em grande parte, proveniente da existência de projetos de assentamento em áreas rurais implantados desde a década de 1970 pelos governos federal e estadual.

As regionais do Alto e Baixo Acre são consideradas como “preferenciais” para o cultivo de culturas anuais, com solos sem impedimento à drenagem e relevo de suave ondulado a plano, associados à melhor infraestrutura de estradas federais e estaduais pavimentadas e rede de silos graneleiros. As demais regionais ou têm “restrições” de drenagem (Purus) ou de relevo (Tarauacá/Envira) ou de fertilidade dos solos (Juruá) (Acre, 2010). Além do indicado no ZEE (Acre, 2010), os preços elevados de insumos (sementes, corretivos, adubos, etc.) no Juruá são um desafio regional de desenvolvimento. A distância entre Rio Branco e municípios do Juruá (por exemplo, 635 km para Cruzeiro do Sul e 657 km para Mâncio Lima, o mais ocidental do Brasil e do Acre) e as condições inadequadas de trafegabilidade da BR-364, que os interliga, durante o inverno da região, são responsáveis pelos preços elevados de insumos.

Áreas potenciais para o cultivo de milho de primeira safra

Avaliação de risco climático para todo o estado do Acre

Os resultados da modelagem ajustados nos mapas (com base na reunião de validação do Zarc) para a cultura do milho na safra convencional e em todo o estado do Acre com risco de 20% e para cultivares de ciclo precoce, médio e tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa são apresentados nas Figuras 1 a 3.

Com 80% de sucesso no cultivo, o milho em safra convencional pode ser cultivado em quase todo o estado do Acre com semeadura iniciando em 21/9 para os ciclos precoce, médio e tardio, estendendo-se até 31/12 em solos de textura média a argilosa. A exceção é para cultivares de ciclos precoce e tardio com semeadura a partir de 21/12 e de 21/11, respectivamente, ambos os casos em solos arenosos, quando a avaliação indica alto risco de insu-

cesso no cultivo nos municípios de Plácido de Castro, Senador Guiomard e Capixaba (Figuras 1 e 3).

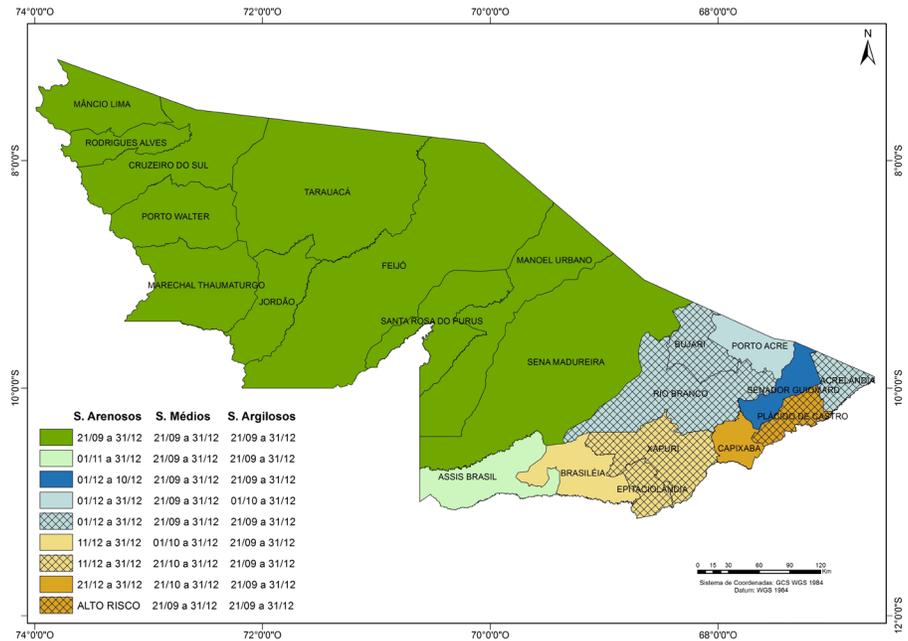


Figura 1. Risco climático para todo o estado do Acre, milho em safra convencional ou primeira safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

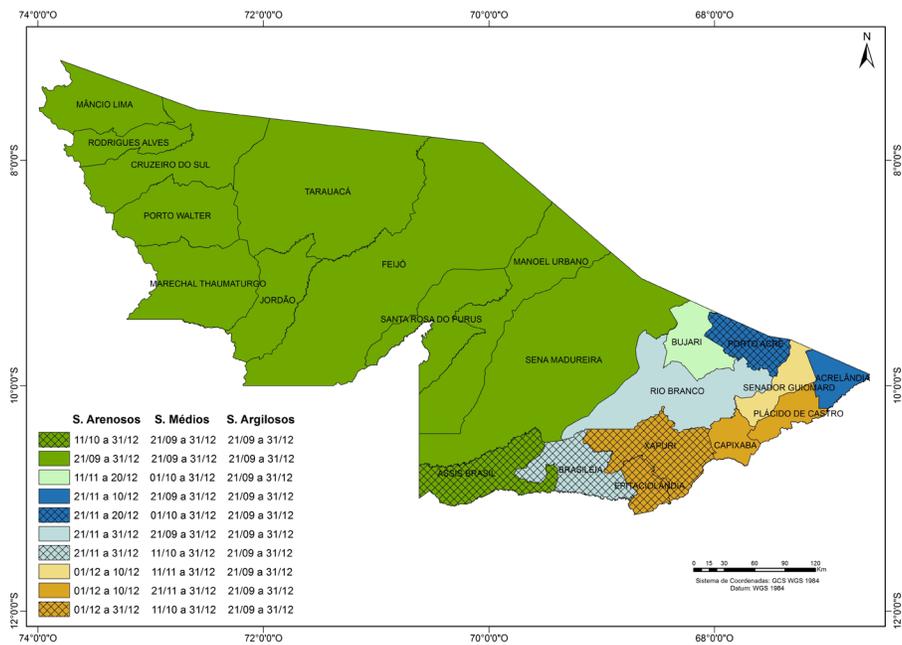


Figura 2. Risco climático para todo o estado do Acre, milho em safra convencional ou primeira safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo médio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

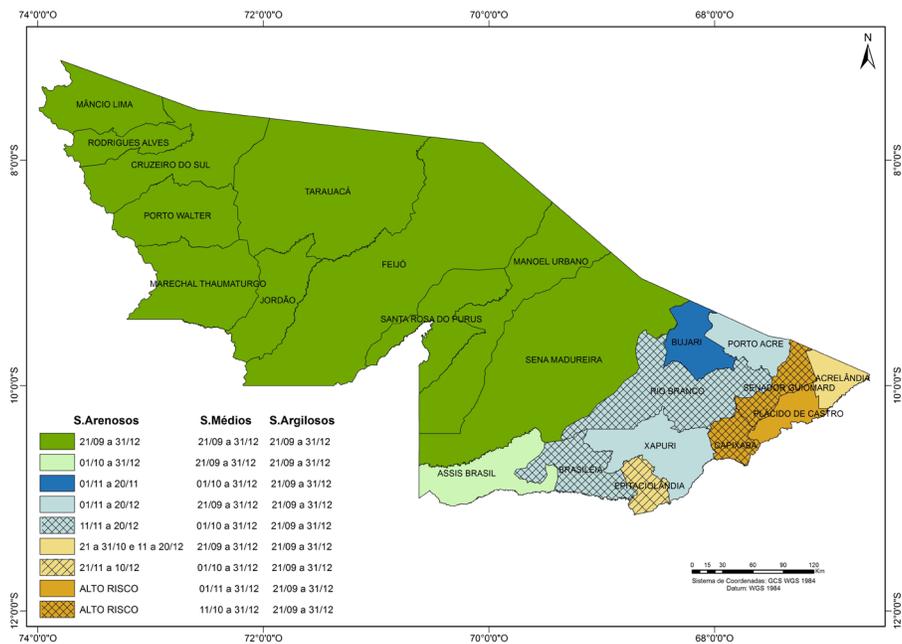


Figura 3. Risco climático para todo o estado do Acre, milho em safra convencional ou primeira safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Avaliação de risco climático para as regionais de desenvolvimento Alto e Baixo Acre

Os mapas ajustados com base na reunião de validação da avaliação do risco climático para a cultura do milho na safra convencional para as regionais de desenvolvimento Alto e Baixo Acre com risco de 20% e para cultivares de ciclo precoce, médio e tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa são apresentados nas Figuras 4 a 6 (Alto Acre) e Figuras 8 a 10 (Baixo Acre).

Avaliação de risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre

Nesta regional não há limitação de semeadura do milho em safra convencional a partir de 21/9 até 31/12, com variações em função do ciclo da cultivar, se precoce, médio e tardio, e da classe de textura de solo, se arenosa, média ou argilosa. O destaque é para o cultivo em solo de textura arenosa, com semeadura de maior segurança para período de chuvas na regional, ou seja, a partir de novembro e dezembro, como indicado pelas séries históricas (Instituto Nacional de Meteorologia, 2017) (Figura 7).

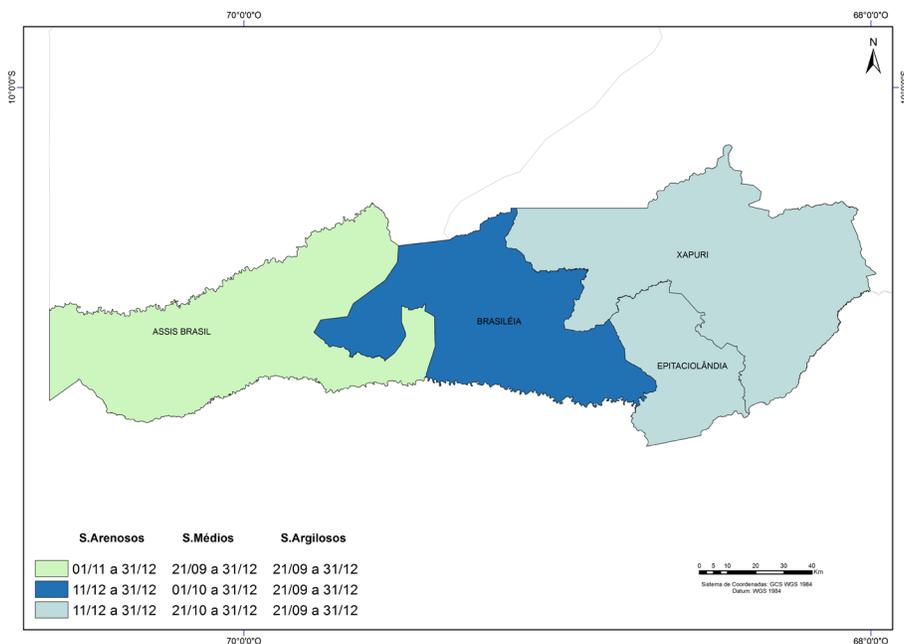


Figura 4. Risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre, milho em safra convencional ou primeira safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

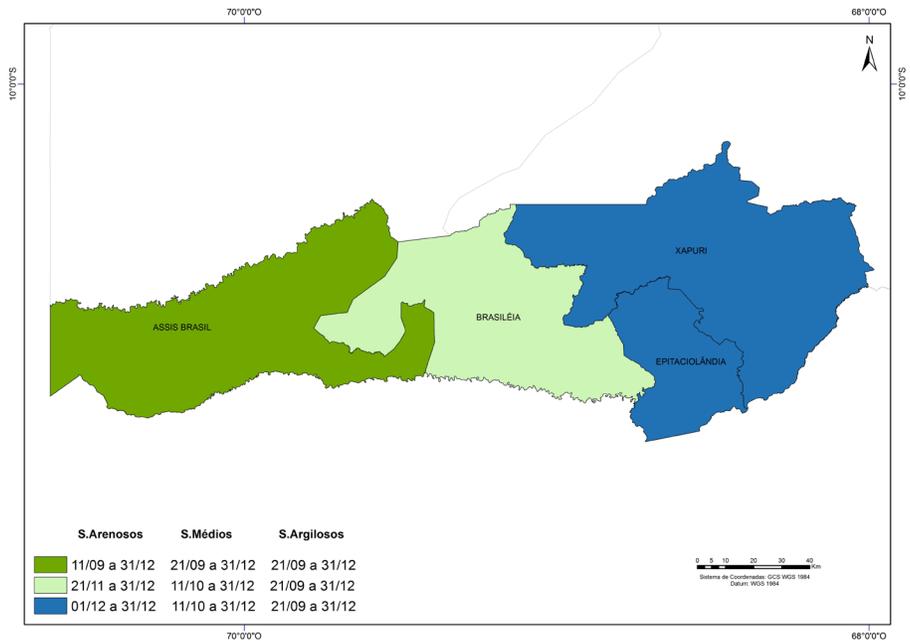


Figura 5. Risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre, milho em safras convencionais ou primeiras safras, com risco de 20% para cultivares de ciclo médio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

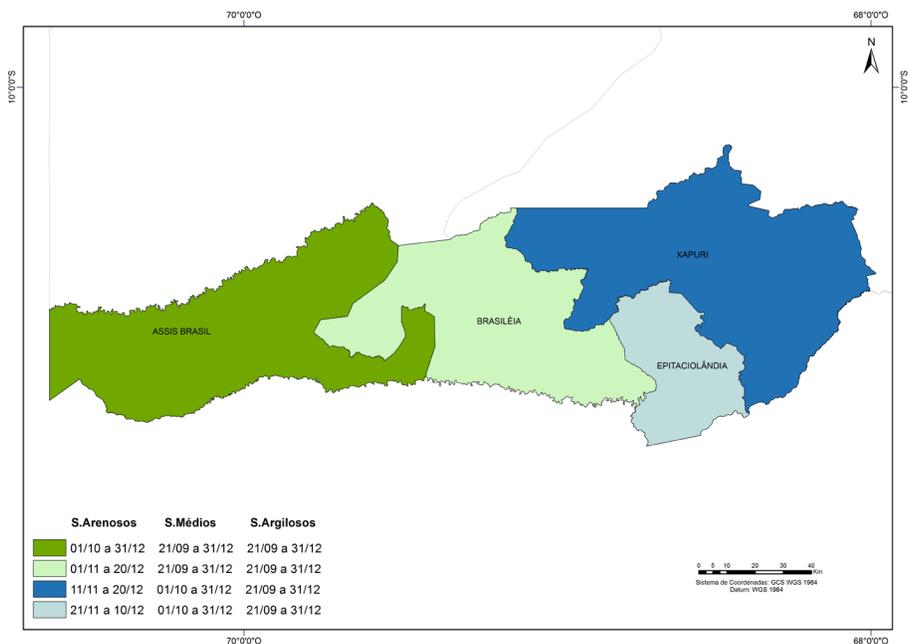


Figura 6. Risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre, milho em safra convencional ou primeira safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

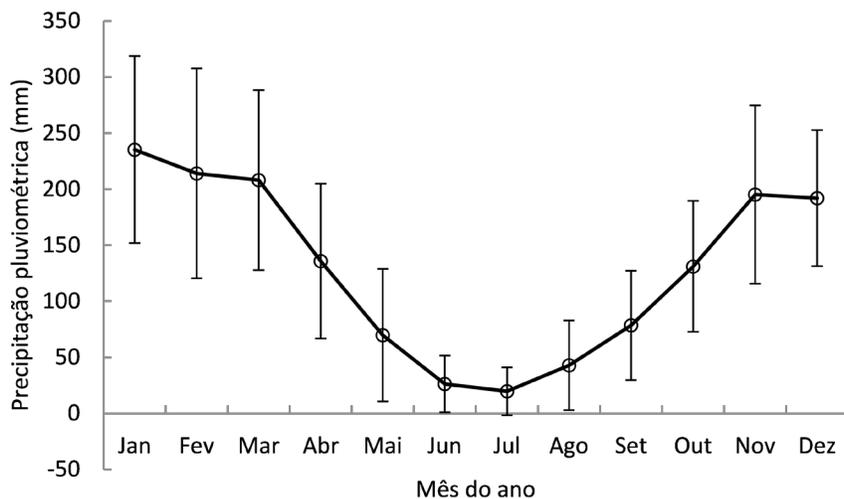


Figura 7. Precipitação pluviométrica na estação de Brasileia, regional de desenvolvimento Alto Acre – média e desvio padrão do total mensal do período de outubro de 1980 a outubro de 2016.

Fonte: Agência Nacional de Águas (2017).

Avaliação de risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre

O período em que pode ocorrer semeadura de milho em safra convencional para o Baixo Acre é semelhante ao Alto Acre. Contudo, há diferença entre as regionais para as cultivares de ciclo precoce e tardio em solos arenosos. No Baixo Acre o risco é alto para o cultivo do milho com semeadura de cultivares precoces em solo arenoso a partir de 21/12 no município de Plácido de Castro. Há a mesma restrição para cultivares de ciclo tardio semeadas em solos arenosos a partir de 21/10 nos municípios de Capixaba, Plácido de Castro e Senador Guiomard (Figuras 8 a 10). Não há restrições para a semeadura de cultivares de ciclo médio no Baixo Acre no período de 21/9 até 31/12 (Figura 9).

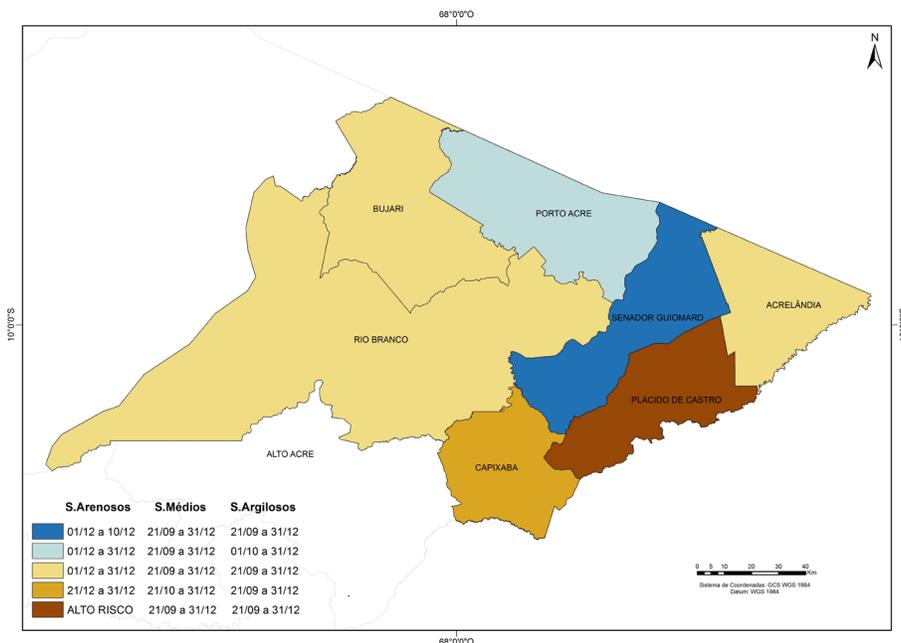


Figura 8. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em safra convencional ou primeira safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

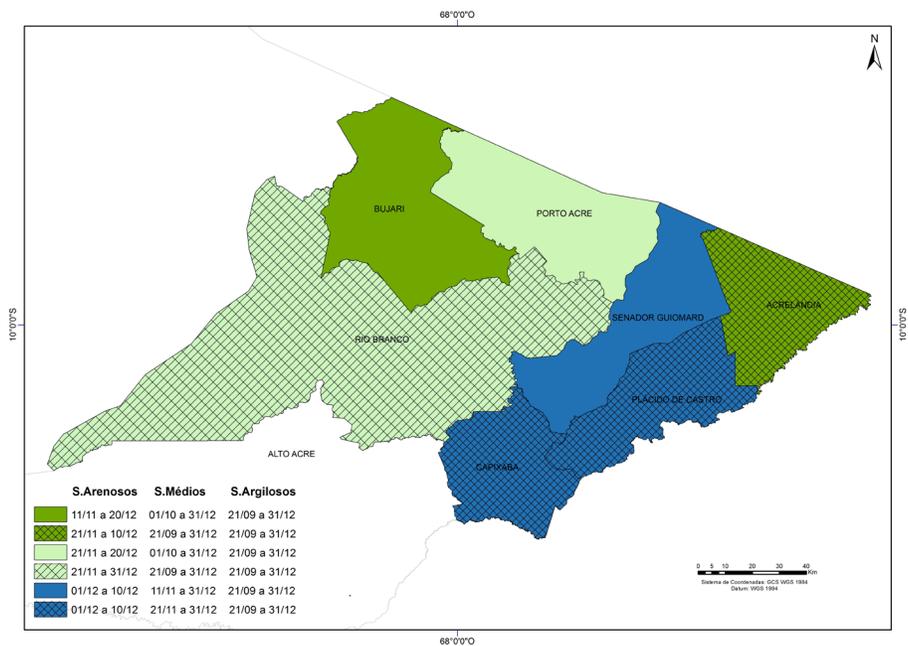


Figura 9. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em safra convencional ou primeira safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo médio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

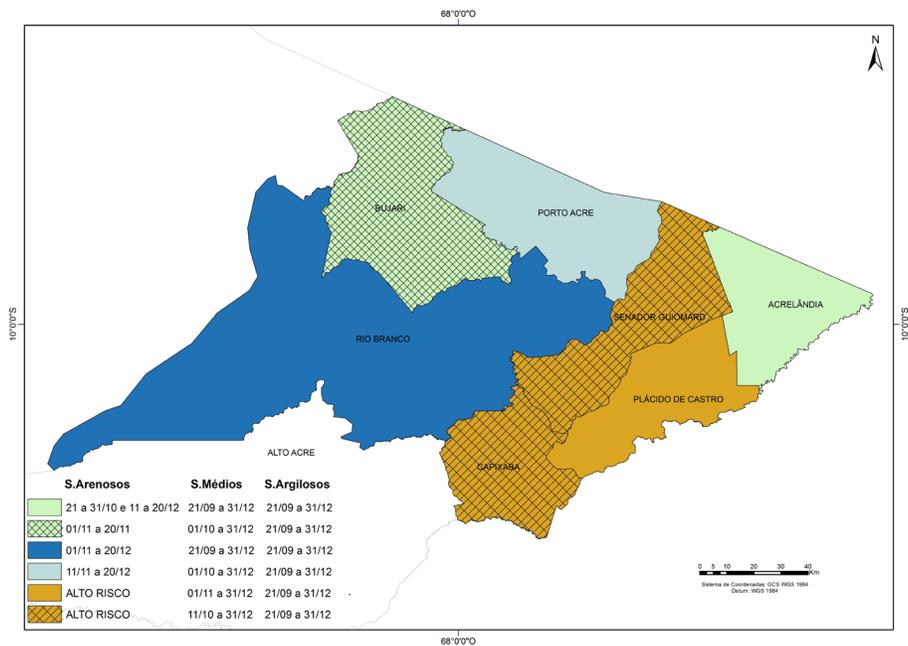


Figura 10. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em safra convencional ou primeira safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Áreas potenciais para o cultivo de milho de segunda safra

Avaliação de risco climático para todo o estado do Acre

Os mapas ajustados com base na reunião de validação da avaliação de risco climático para a cultura do milho em segunda safra e em todo o estado do Acre com risco de 20% e para cultivares de ciclo precoce, médio e tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa são apresentados nas Figuras 11 a 13.

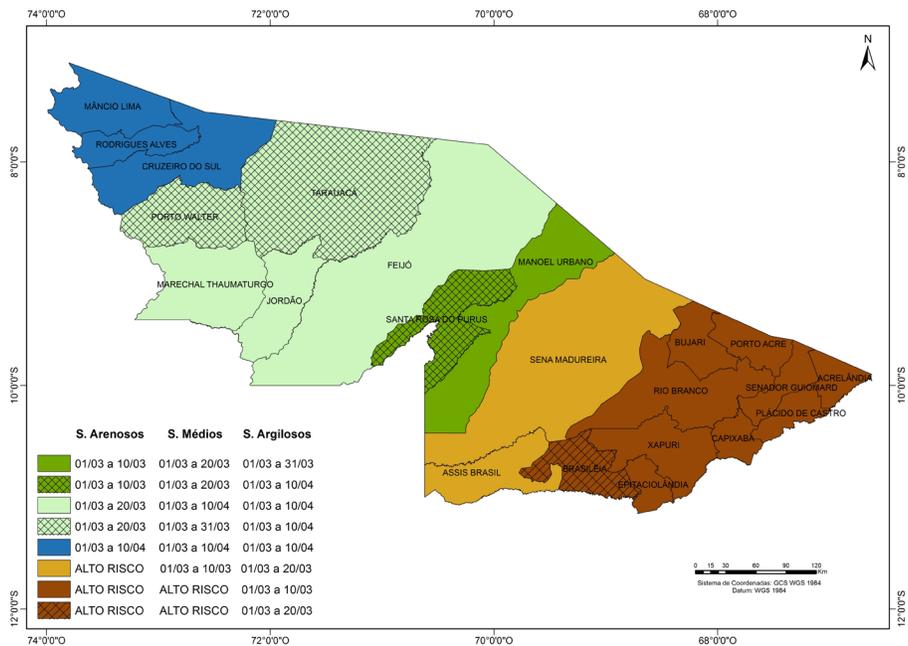


Figura 11. Risco climático para todo o estado do Acre, milho em segunda safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

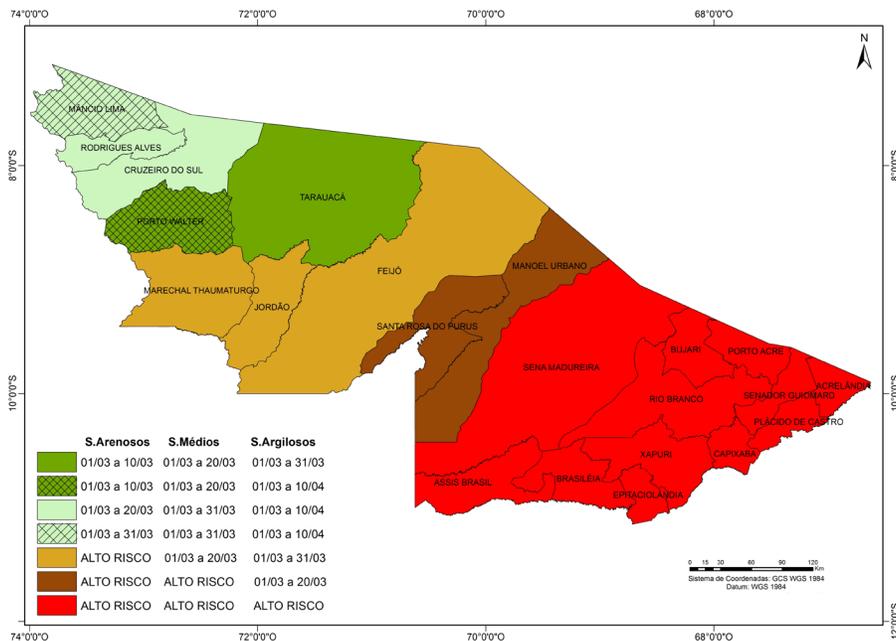


Figura 12. Risco climático para todo o estado do Acre, milho em segunda safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo médio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

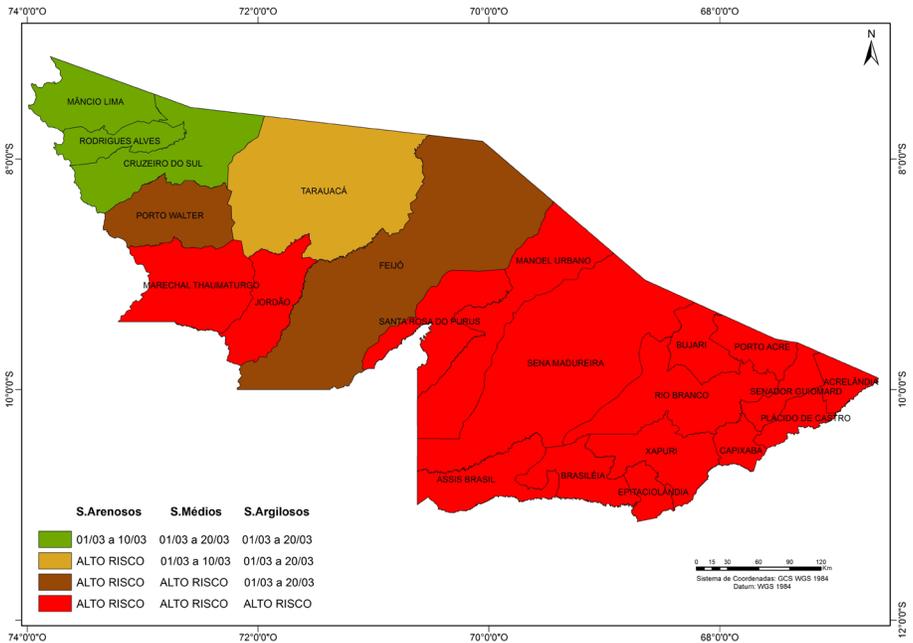


Figura 13. Risco climático para todo o estado do Acre, milho em segunda safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Dois aspectos devem ser destacados para a análise da avaliação de risco climático do cultivo do milho em segunda safra em todo o estado do Acre com risco de 20% para cultivares de ciclo precoce, médio e tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa. O primeiro aspecto se refere ao total e períodos de precipitação pluvial no Acre. A série histórica da precipitação demonstra gradiente crescente no sentido leste-oeste (Figura 14), portanto com totais (anual e por quadrimestre) menores no leste e maiores no oeste do Acre. Também demonstra que a ocorrência de veranicos, número de dias de menor precipitação, é inversa ao gradiente de precipitação total, ou seja, é maior no leste e menor no oeste do estado. O segundo aspecto se refere à interação do primeiro aspecto com a textura dos solos do Acre, a qual, de maneira geral, tem gradiente igual ao da precipitação total no que se refere à capacidade de armazenamento de água inferido do teor de areia nos solos no sentido leste-oeste. O resultado dessa interação é que, mesmo que os

solos do Juruá sejam, por exemplo, predominantes de textura média (mais arenosa), seu total anual de precipitação tende a ser maior, com menor número de dias de veranico, favorecendo o cultivo de milho em segunda safra nessa regional. Essa mesma análise, associada à drenagem de parte da precipitação que naturalmente há em solos arenosos, também indica que o cultivo em safra convencional é adequado no Juruá. Por outro lado, se o solo arenoso apresenta qualidade física desejável para cultivos, não somente de milho, concorre para o contrário sua baixa fertilidade química e dificuldade de manutenção de nutrientes nas condições que, em geral, são esses solos do Juruá, ou seja, de baixo teor de matéria orgânica. Para concluir o raciocínio, entretanto, é de conhecimento na ciência do solo que atributos químicos são de mais fácil manejo antrópico, o que não é verdadeiro, de todo, para atributos físicos, mesmo considerando as inter-relações entre esses atributos (Hillel, 2004). De qualquer forma, esses dois aspectos comandam o risco de cultivo do milho no período em que cultivares de ciclo precoce, médio e tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa devem ou não ser semeadas em segunda safra no estado do Acre.

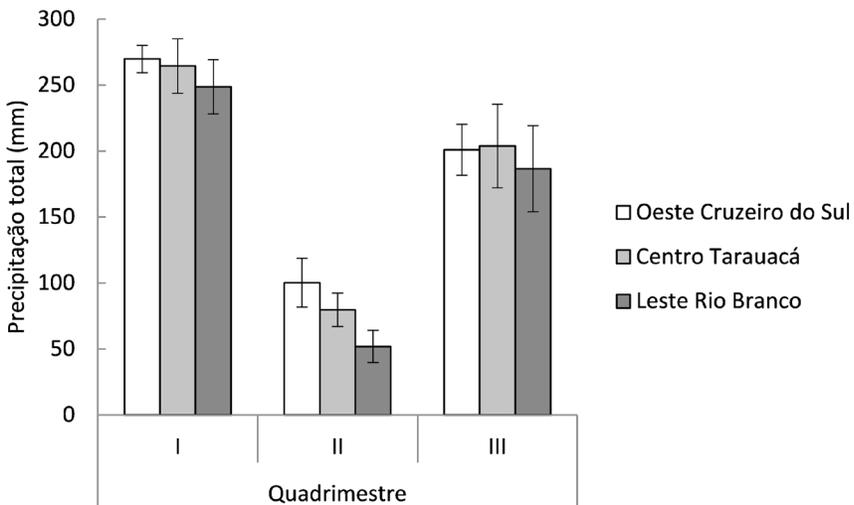


Figura 14. Precipitação pluviométrica quadrimestral nas estações de Rio Branco (leste), Tarauacá (centro) e Cruzeiro do Sul (oeste) do estado do Acre – média e seu erro padrão do total quadrimestral do período de 1961 a 1990.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2017).

O raciocínio do parágrafo anterior é demonstrado nas Figuras 11 a 13. À medida que a semeadura do milho avança em março, maior é o risco, mesmo para as cultivares de ciclo médio, que têm menos restrições de semeadura nas análises anteriores.

Com maior área, as regionais do Alto e Baixo Acre, Purus e Tarauacá/Envira, com menor precipitação total e estação seca mais longa em relação ao Juruá, têm maior restrição quanto à semeadura do milho em período com mais opções de datas, sobretudo para solos arenosos. A situação é mais crítica para as cultivares de ciclo tardio, que permanecem com opções de datas de semeadura somente nos municípios de Cruzeiro do Sul, Rodrigues Alves e Mâncio Lima, independente da textura do solo (Figura 13).

Avaliação de risco climático para as regionais de desenvolvimento Alto e Baixo Acre

Os mapas ajustados com base na reunião de validação da avaliação de risco climático para a cultura do milho em segunda safra para as regionais de desenvolvimento Alto e Baixo Acre com risco de 20%, 30% e 40% e para cultivares de ciclo precoce, médio e tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa são apresentados nas Figuras 15 a 20 (Alto Acre) e Figuras 21 a 27 (Baixo Acre).

Avaliação de risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre

Para o mesmo ciclo precoce de cultivares, variando o risco (20%, 30% e 40%) e a classe de textura do solo (arenosa, média e argilosa) as Figuras 15 a 17 indicam que, mesmo que o solo seja de textura argilosa, que teoricamente mantém mais água, as opções de datas de semeadura são reduzidas, concentrando-se basicamente no mês de março. Assis Brasil é o município da regional Alto Acre com maior restrição para a semeadura, em destaque para solos de textura arenosa e média nos níveis de risco de 30% a 40% (Figuras 16 e 17).

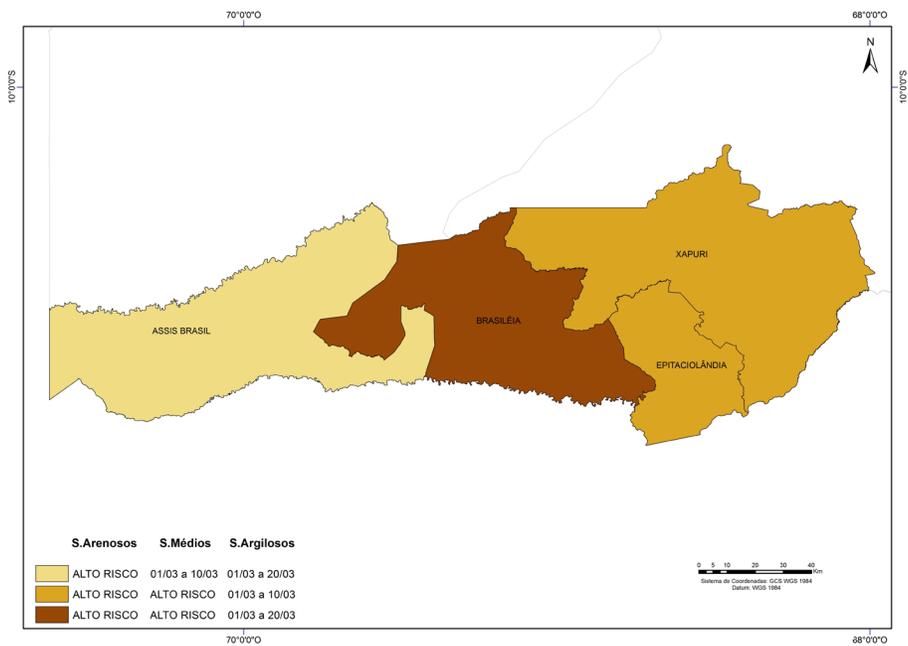


Figura 15. Risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre, milho em segunda safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

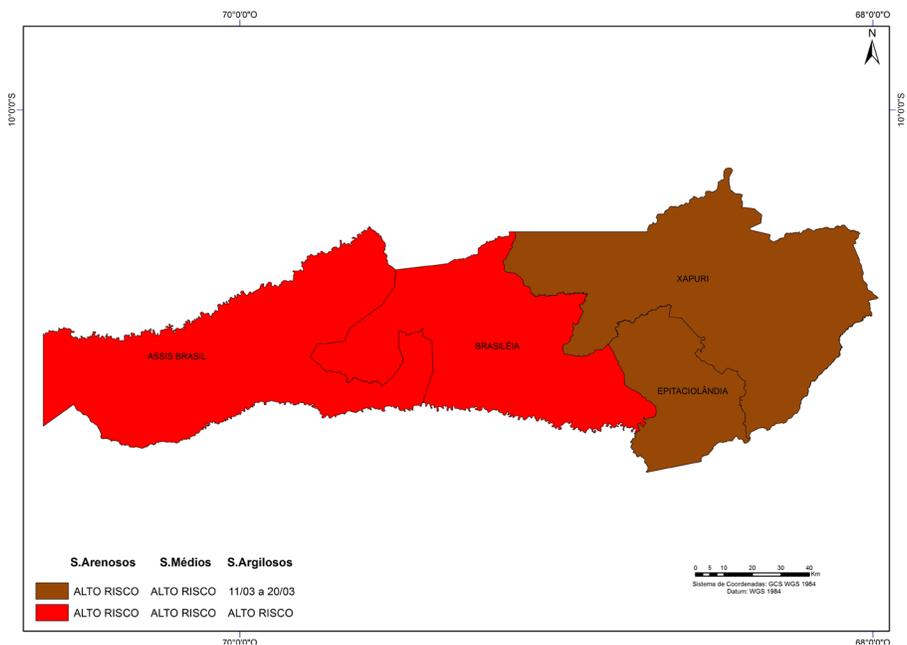


Figura 16. Risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre, milho em segunda safra, com risco de 30% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

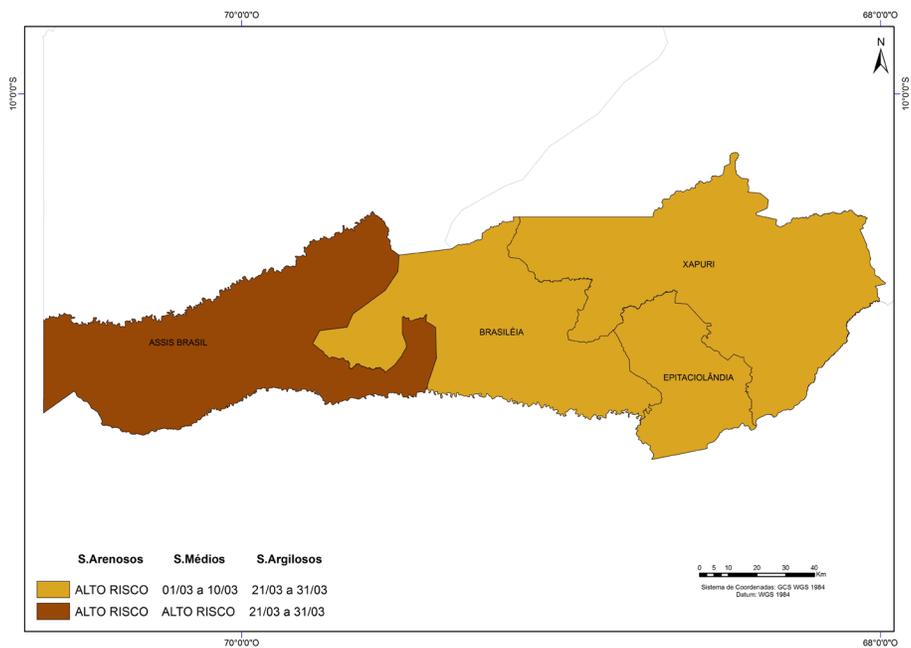


Figura 17. Risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre, milho em segunda safra, com risco de 40% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Para o mesmo ciclo médio de cultivares, variando o risco (20%, 30% e 40%) e a classe de textura do solo (arenosa, média e argilosa), a Figura 18 indica que, independente da textura do solo, nos níveis de 20% e 30% de risco, não há opção de datas de semeadura que possam ser consideradas pelo seguro para que o cultivo obtenha sucesso. Nesses níveis de risco, as chances de sucesso são reduzidas de 80% para 70%, o que é próximo da probabilidade natural, ou seja, de 50%.

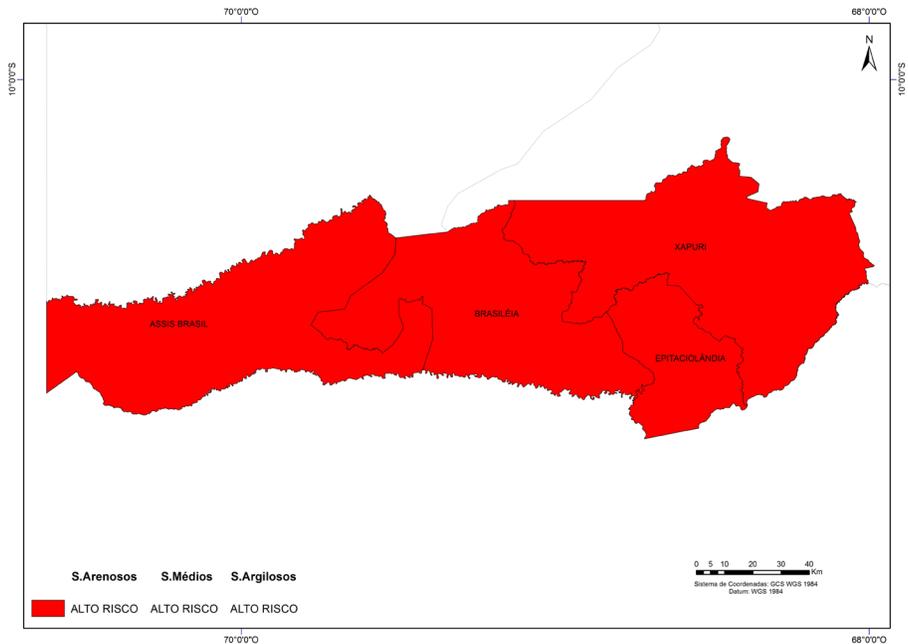


Figura 18. Risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre, milho em segunda safra, com risco de 20% e 30% para cultivares de ciclo médio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Já no caso de risco de 40%, mais próximo ainda da probabilidade natural de 50% de chances de que um cultivo obtenha sucesso, a uma única opção de semeadura para o solo de textura argilosa é de 10 dias (Figura 19).

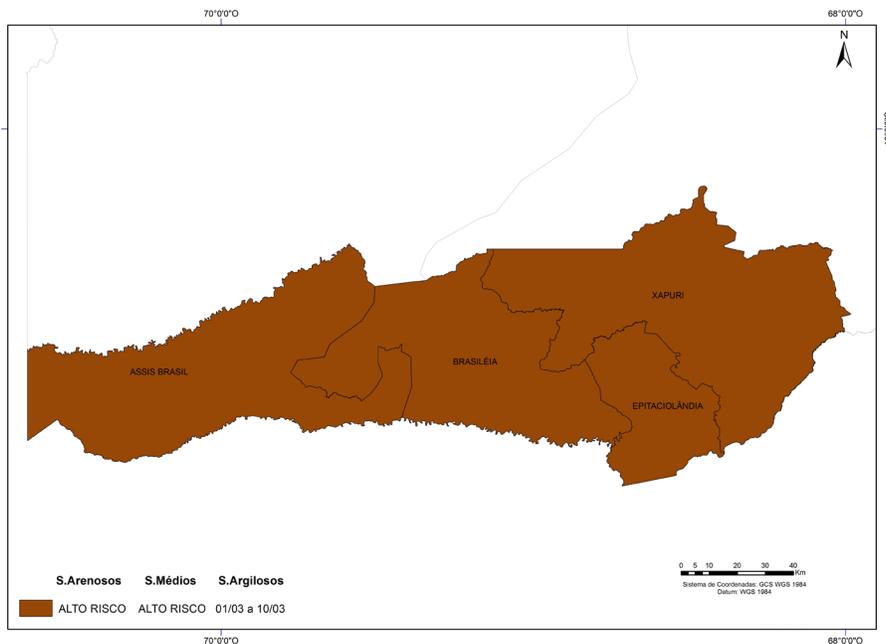


Figura 19. Risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre, milho em segunda safra, com risco de 40% para cultivares de ciclo médio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Para as cultivares de ciclo tardio, não há opção de data de semeadura independente do nível do risco e da classe de textura do solo (Figura 20).

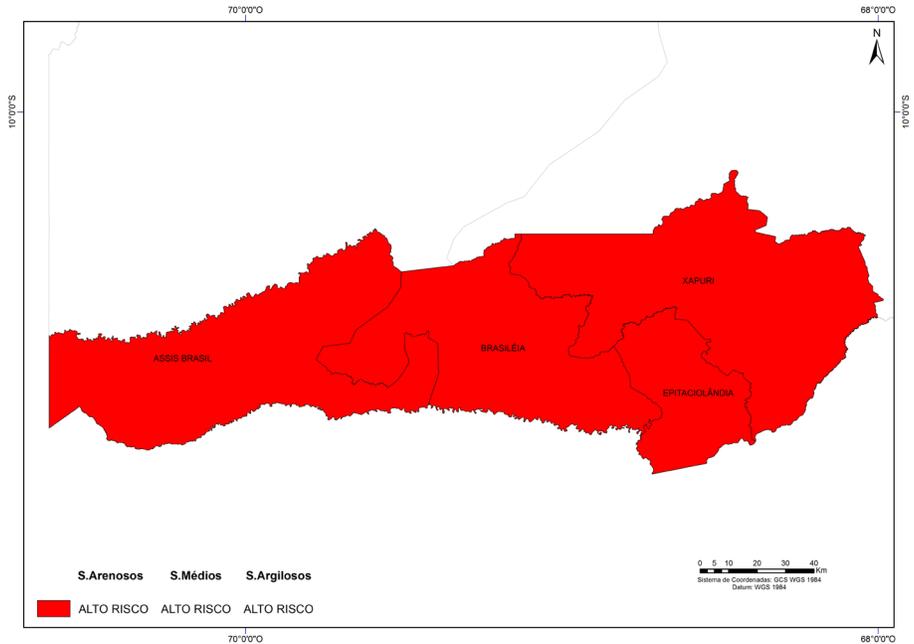


Figura 20. Risco climático para a regional de desenvolvimento Alto Acre, milho em segunda safra, com risco de 20%, 30% e 40% para cultivares de ciclo tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Avaliação de risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre

Para o Baixo Acre e cultivares de ciclo precoce, as Figuras 21 a 23 indicam que é necessário ampliar a margem de risco, ou reduzir a margem de sucesso no cultivo, para que haja opção de datas de semeadura. Nessa situação, a decisão de cultivo ou não é do produtor rural, ciente de que se realizá-lo, não contará com o seguro agrícola em caso, de alta probabilidade, de algum sinistro. De qualquer forma, as opções de datas de semeadura são ampliadas para as classes de textura de média a argilosa. Somente com 40% de risco é que a classe de textura arenosa tem opção de datas de semeadura, em detalhe nos municípios de Acrelândia, Bujari e Porto Acre (Figura 23).

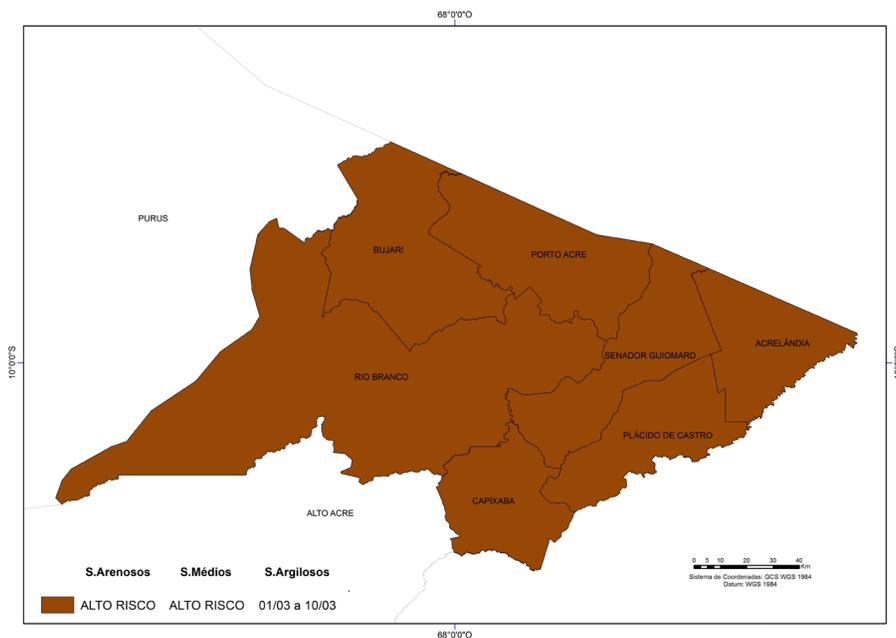


Figura 21. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em segunda safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

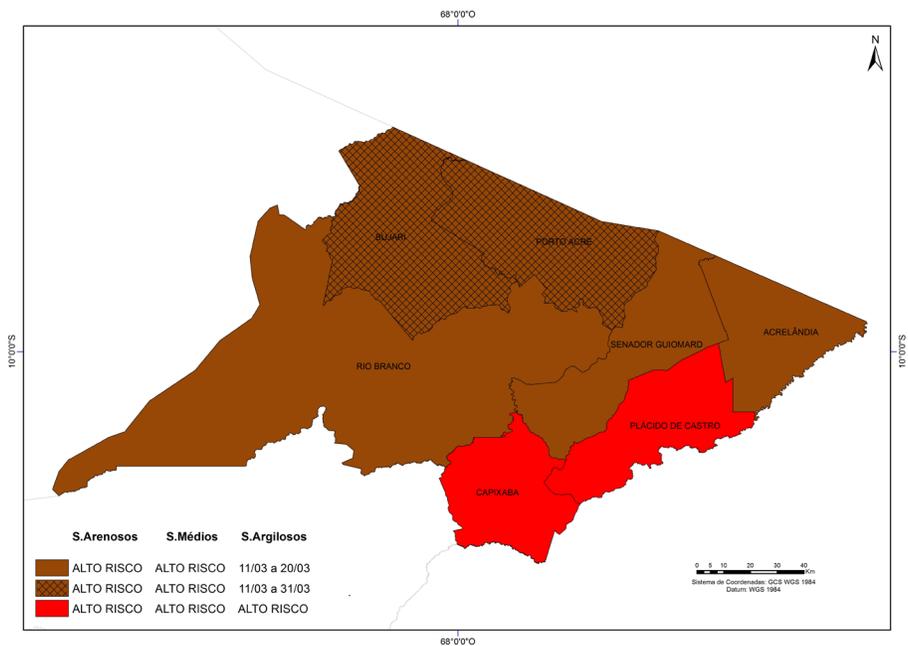


Figura 22. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em segunda safra, com risco de 30% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

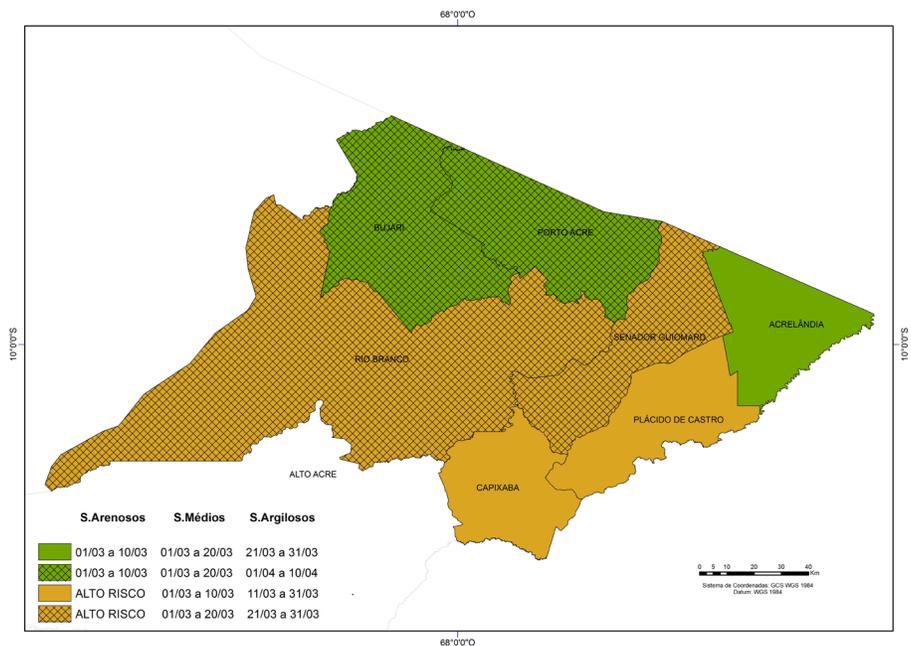


Figura 23. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em segunda safra, com risco de 40% para cultivares de ciclo precoce em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Para as cultivares de ciclo médio, as Figuras 24 a 26 indicam, como no caso das cultivares de ciclo precoce, que é necessário ampliar a margem de risco, ou reduzir a margem de sucesso no cultivo, para que haja opção de datas de semeadura. Valem aqui as mesmas considerações sobre a tomada de decisão do produtor rural. Entretanto, as opções de datas de semeadura são ampliadas para a classe de textura argilosa. Somente com 30% e 40% de risco é que as classes de textura arenosa e média têm opção de datas de semeadura, em detalhe nos municípios também de Acrelândia, Bujari e Porto Acre no nível de 40% (Figura 26).

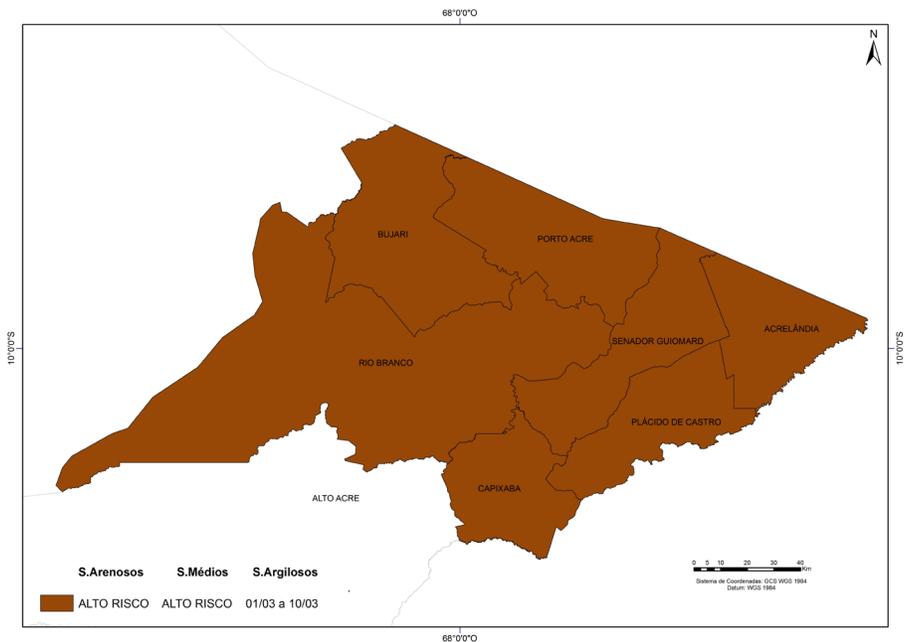


Figura 24. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em segunda safra, com risco de 20% para cultivares de ciclo médio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

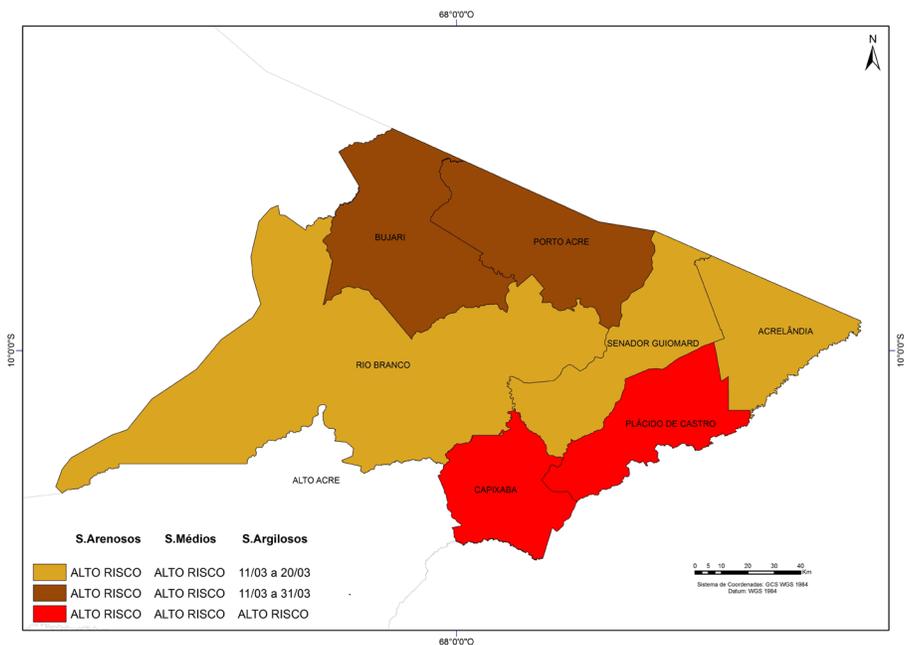


Figura 25. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em segunda safra, com risco de 30% para cultivares de ciclo médio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

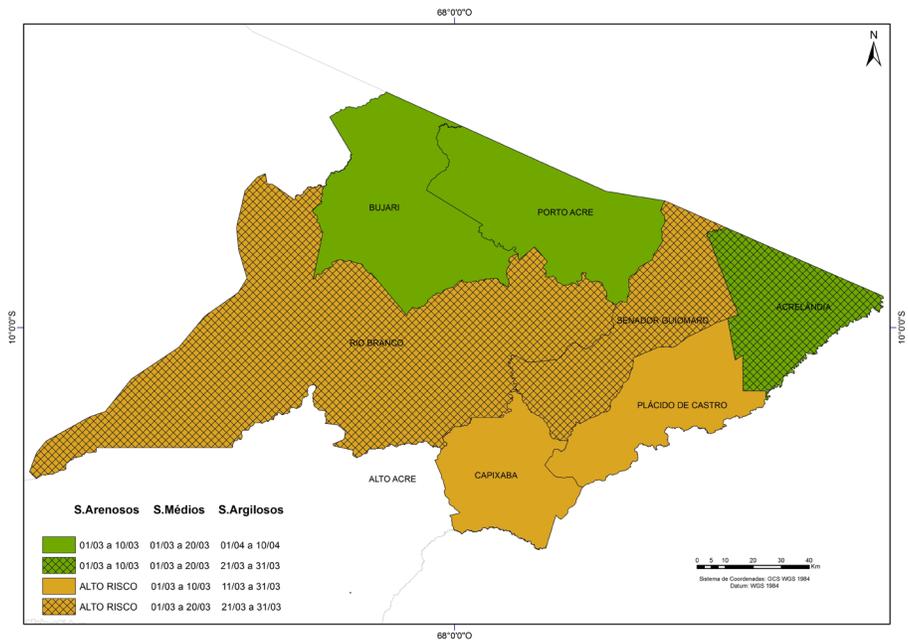


Figura 26. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em segunda safra, com risco de 40% para cultivares de ciclo médio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Para as cultivares de ciclo tardio, como na regional Alto Acre, não há opção de data de semeadura independente do nível do risco e da classe de textura do solo (Figura 27).

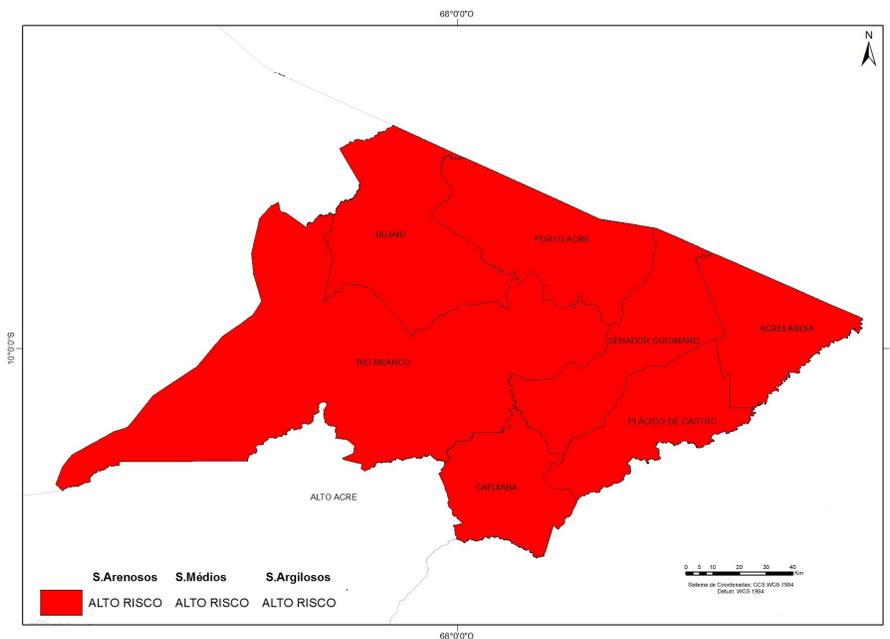


Figura 27. Risco climático para a regional de desenvolvimento Baixo Acre, milho em segunda safra, com risco de 20%, 30% e 40% para cultivares de ciclo tardio em solos de textura arenosa, média e argilosa.

Considerações finais

Mesmo com a agricultura brasileira dependente de chuva natural em grande parte do seu território, não sendo diferente para o estado do Acre, a avaliação de risco climático pode permitir o planejamento da agricultura dentro da variabilidade do padrão climático atual, dessa forma evitando perdas na produção. Considerando que a frequência de eventos extremos tem aumentado (Marengo et al., 2013), o conhecimento e entendimento de suas causas pode ampliar a chance de sucesso nos cultivos agrícolas. Para reduzir as incertezas das avaliações de risco climático apresentadas para o milho em safra convencional ou primeira safra e em segunda safra para todo o estado do Acre e suas principais regionais de desenvolvimento produtoras de milho é necessário monitorar de forma continuada, sem interrupções nas séries históricas posteriores, as variáveis meteorológicas essenciais para a modelagem e, se necessário, aumentar o número de estações meteorológicas desenhadas para essas variáveis. Outra recomendação para reduzir incertezas é a instalação e monitoramento contínuo de lisímetros para determinação de fatores relacionados com as culturas.

De forma geral, o milho pode ser cultivado em todo o estado do Acre na safra convencional, segundo os resultados da modelagem para a avaliação de risco climático, com janelas de semeadura mais amplas. A análise não é igual para a segunda safra, em destaque para solos arenosos dos municípios das regionais do Alto e Baixo Acre, Purus e Tarauacá/Envira, que apresentam limitações, sobretudo, do ponto de vista da disponibilidade de água na germinação/emergência e florescimento e enchimento de grãos do milho.

Referências

- ACRE. Governo do Estado. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, fase II (Escala 1:250.000)**: documento síntese. 2. ed. Rio Branco: SEMA, 2010. 356 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Dados convencionais**. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 18 ago 2017.
- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BARON, C.; PEREZ, P.; MARAUX, F. **Sarrazon**: bilan hydrique applique aou zonage. Montpellier: CIRAD-CA, 1996. 26 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agrícola**. [2017a]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 20 jun 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agrícola: portarias**. [2017b]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias>>. Acesso em: 20 jun 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**: volume 2: estratégias setoriais e temáticas: portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016. Brasília: MMA, GEx-CIM, 2016. 295 p.
- EMBRAPA. **Zoneamento agrícola de risco climático**: instrumento de gestão de risco utilizado pelo seguro agrícola do brasil. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneameno_agricola_000f17v6vox02wyiv80isprruh04mek.pdf>. Acesso em: 18 ago 2017.
- HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. **Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature**. Chicago, American Society of Agricultural Engineering Meeting 1985. (Paper 85-2517).
- HILLEL, D. **Introduction to environmental soil physics**. San Diego, CA: Elsevier Academic Press, 2004. 494 p.

IBGE. **Número de estabelecimentos agropecuários, com agricultura familiar e não familiar, por sistema de preparo do solo, condição do produtor em relação às terras, nível de instrução da pessoa que dirige o estabelecimento e orientação técnica - (MDA)**. 2006. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1863#resultado>>. Acesso em: 21 set 2017.

IBGE. **Tabela de municípios 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=1766&t=censo-2010-populacao-brasil-190-732-694-pessoas&view=noticia>>. Acesso em: 21 set 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP – dados históricos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 18 ago 2017.

MARENGO, J. A.; BORMA, L. S.; RODRIGUEZ, D. A.; PINHO, P.; SOARES, W. R.; ALVES, L. M. Recent extremes of drought and flooding in Amazonia: vulnerabilities and human adaptation. **American Journal of Climate Change**, v. 2, n. 2, p. 87-96, June 2013.

STEINMETZ, S.; SILVA, S. C. **Início dos estudos sobre Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 27 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 312).

Literatura recomendada

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997, 183 p.

Anexos

Anexo I. Método atual de obtenção da avaliação de risco climático.

Este estudo para delimitar as regiões de risco de perda de rendimento das lavouras e indicar os períodos de semeadura com baixo risco para o cultivo do milho no estado do Acre foi realizado a partir do uso do modelo de balanço hídrico da cultura Sarra – Systeme d'Analyse Regionale des Risques Agroclimatiques (Baron et al., 1996). Ressalta-se que, por se tratar de um modelo agrometeorológico, parte-se do pressuposto de que não devem ocorrer limitações quanto à fertilidade dos solos e danos às lavouras em razão do ataque de pragas ou de doenças.

Ao modelo de balanço hídrico adaptado à cultura do milho, foram incorporados parâmetros físico-hídricos de solo, de clima e de ecofisiologia da planta, aqui definidos como variáveis de entrada do modelo, tais como:

- 1) Precipitação pluviométrica: foram utilizados dados de precipitação pluviométrica de postos localizados no estado do Acre e adjacências que apresentaram séries com, no mínimo, 15 anos de registros de dados diários.
- 2) Evapotranspiração de referência: visando atender à demanda de estudos de risco climático na agricultura, o método de Hargreaves e Samani foi adaptado e recalibrado para a estimativa da evapotranspiração de referência diária com uma calibração geral para todo o Brasil. Para tanto, utilizou-se o método Penman-Monteith (FAO) como referência para análise e calibração do método baseado em temperatura.

As equações, dados meteorológicos e coeficientes necessários para o cálculo da ETo pelo método proposto e pelo método de referência são apresentados na Tabela 1.

- 3) Duração do ciclo e estádios fenológicos: a relação das cultivares de milho recomendadas para uso no zoneamento agrícola de risco climático é publicada em portaria específica do Mapa/CGZA. Neste estudo, foram analisados os comportamentos das cultivares dos ciclos médios de 100 (precoces), 120 (médios) e 140 dias (tardios).

Tabela 1. Equações dos métodos de estimativa de evapotranspiração de referência avaliados e respectivos coeficientes.

Métodos utilizados	Equações de $ET_o^{(1)}$	Coeficientes originais				
		a	b	c	d	e
Hargreaves e Samani	$ET_o = a * Q_o(T \text{ max} - T \text{ min})^b (Td + c)$	0,0023	0,5	17,8	-	-
Adaptação ⁽²⁾	$ET_o = a * Q_o(T \text{ max} - T \text{ min})^b (Td + c) - d$	0,0018	0,84	0,0	0,5	-
Penman-Monteith FAO ⁽³⁾	$ET_o = \frac{0,408 * S(Rn - G) + Y * U(es - ea).900/(T + 273)}{S + Y(1 + 0,34 * U)}$					

⁽¹⁾ ET_o = Evapotranspiração de referência (mm.dia^{-1}). S = Inclinação da curva de pressão de vapor. Rn = Saldo de radiação ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$). G = Fluxo de calor no solo ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$). Y = Constante psicrométrica $0,063 \text{ kPa.}^\circ\text{C}^{-1}$. U = Velocidade média diária do vento a 2 m do solo (m.s^{-1}). e_s = Pressão de saturação de vapor a temperatura T (kPa). e_a = Pressão atual de vapor média diária (kPa). T = Temperatura média diária ($^\circ\text{C}$). Q_o = Radiação solar extraterrestre diária em evaporação equivalente (mm.dia^{-1}). T_{max} = Máxima diária ($^\circ\text{C}$). T_{min} = Mínima diária ($^\circ\text{C}$).

⁽²⁾ Adaptado em relação ao método original, equação com os coeficientes calibrados.

⁽³⁾ Na ausência de medidas de G, este foi estimado conforme $G = 0,38 * (T_d - T_{3d})$ (Pereira et al., 1997).

Fonte: Hargreaves e Samani (1985); Allen et al. (1998).

Para efeito de simulação do balanço hídrico da cultura, o ciclo da cultivar foi dividido em quatro fases fenológicas ou estádios vegetativos assim definidos: fase I – germinação/emergência; fase II – crescimento e desenvolvimento; fase III – florescimento e enchimento de grãos; e fase IV – maturação fisiológica e colheita. A duração média dos ciclos e de seus respectivos estádios fenológicos está descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos ciclos e duração dos estádios fenológicos da cultura do milho, utilizados na avaliação de risco climático.

Ciclo (dias)	Estádios fenológicos			
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV
100	10	35	30	25
120	10	45	40	25
140	10	55	50	25

- 4) Coeficiente de cultura (Kc): os valores de coeficiente de cultura (Kc) determinados em experimentação no campo para cada região de adaptação foram obtidos por meio de consulta à literatura específica. Os valores médios representativos de cada fase fenológica foram extrapolados para períodos decendiais e estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Coeficientes de cultura (Kc) do milho, utilizados na execução da avaliação de risco climático.

Ciclo (dias)	Coeficiente de cultura (Kc)													
	Decêndios													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
100	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,2	1,1	1	0,8	0,6	-	-	-	-
120	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,2	1,2	1,1	1	0,8	0,6	-	-
140	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1	0,8	0,6

- 5) Reserva útil de água dos solos: como não existem informações de solos disponíveis em uma escala detalhada, que permita subsidiar estudos de risco climático na agricultura como instrumento orientador de política de crédito rural, o zoneamento de risco climático do Brasil, por meio da Instrução Normativa n° 2, de 9 de outubro de 2008, do Ministério da Agricultura, adotou uma reclassificação dos solos do Brasil, em três tipos de textura ou comportamento físico-hídrico, conforme a seguir:

- a) Solos tipo 1: apresentam textura arenosa, com teor mínimo de 10% de argila e menor do que 15% ou com teor de argila igual ou maior do que 15%, nos quais a diferença entre o percentual de areia e o percentual de argila é maior ou igual a 50%. Assim, adotando-se o percentual de argila = a e a diferença entre os percentuais de areia e argila = Δ , tem-se para os solos tipo 1: $10\% \leq a < 15\%$ ou $a \geq 15\%$ com $\Delta \geq 50\%$.

- b) Solos tipo 2: apresentam textura média, com teor mínimo de 15% de argila e menor do que 35%, nos quais a diferença entre o percentual de areia e o percentual de argila é menor do que 50%. Assim, adotando-se o percentual de argila = a e a diferença entre os percentuais de areia e argila = Δ , tem-se para os solos tipo 2: $15\% \leq a < 35\%$ com $\Delta < 50\%$.
- c) Solos tipo 3: apresentam textura argilosa, com teor de argila maior ou igual a 35%. Assim, adotando-se o percentual de argila = a , tem-se para os solos tipo 3: $a \geq 35\%$.

A reserva útil máxima de água dos solos (RUMax) foi estimada em função da profundidade efetiva das raízes da planta do milho e da capacidade média de água disponível (CAD) dos solos. Considerou-se a profundidade efetiva das raízes em 40 cm, as CADs de 0,7 mm/cm para os solos tipo 1 e de 1,5 mm/cm para os solos tipo 3, resultando em RUMAx de 28 mm, 44 mm e 60 mm, respectivamente.

As informações de clima, de características físico-hídricas dos solos e de fenologia da cultura do milho foram incorporadas ao modelo Sarra para proceder às simulações de épocas de semeadura alternando o ciclo da cultura e o tipo de solo. Foram realizadas simulações para datas espaçadas de 10 dias (decêndios), durante todo o ano. Na Tabela 4 estão apresentados os decêndios e respectivos períodos de semeadura para o milho de primeira safra e na Tabela 5 para o de segunda safra ou safrinha.

Tabela 4. Períodos de semeadura para a cultura do milho da safra principal no estado do Acre.

Decêndio	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	36
Dia	1 a 10	11 a 20	21 a 30	1 a 10	11 a 20	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 30	1 a 10	11 a 20	21 a 31
Mês	Setembro			Outubro			Novembro			Dezembro		

Tabela 5. Períodos de semeadura para a cultura do milho de segunda safra (safrinha) no estado do Acre.

Decêndio	25	26	27	28	29	30
Dia	1 a 10	11 a 20	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 30
Mês	Março			Abril		

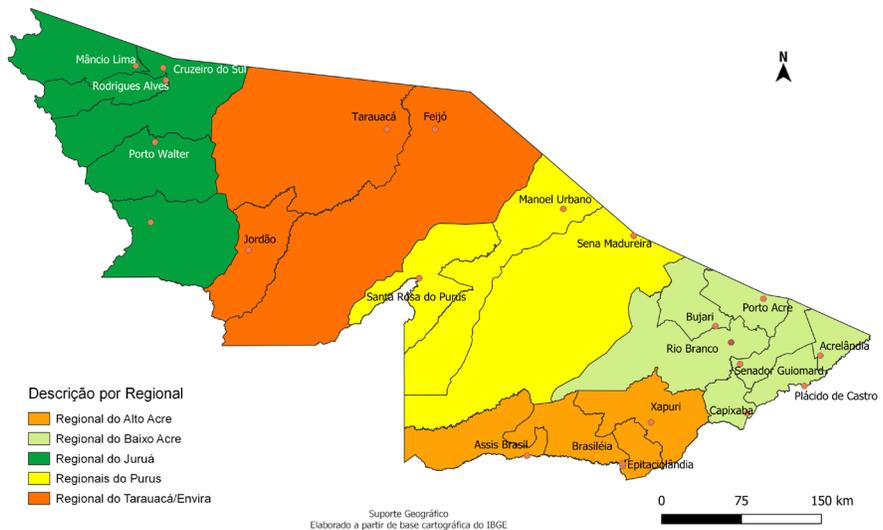
Para cada simulação foram estimados os valores médios anuais dos índices de satisfação das necessidades de água (ISNA) para a fase I (plântio/emergência) e para a fase reprodutiva (florescimento/enchimento de grãos) da cultura. Esse índice é obtido pela relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e a evapotranspiração da cultura (ET_m) e representa a oferta e demanda de água da cultura, respectivamente, em cada posto pluviométrico.

Aos valores médios anuais de ISNA foram aplicadas funções de análises frequentiais para obtenção das frequências de 80%, 70% e 60% de ocorrência desses índices. Posteriormente, os valores de ISNA de cada posto pluviométrico foram georreferenciados por meio da latitude e longitude e, com a utilização de funções de análise espacial disponível em um sistema de informações geográficas (SIG), foram gerados os mapas com classes de alto, médio e baixo risco.

O mapa final de risco é obtido a partir do cruzamento dos mapas referentes às fases I e III, nas quais as áreas classificadas como de baixo risco indicam disponibilidade hídrica para as plantas germinarem e se desenvolverem (ISNA \geq 0,5), garantindo o florescimento e enchimento de grãos (ISNA \geq 0,55). Desses mapas são extraídos somente os municípios que apresentam pelo menos 20% da sua área localizados nas zonas de baixo risco, a partir do cruzamento de cada mapa de risco com a base política municipal do estado.

A indicação das áreas de cultivo de milho para o estado do Acre deverá obedecer aos critérios do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), em atendimento à Lei Estadual nº 1.904, que define as áreas de usos consolidados como prioritárias para a agropecuária.

Anexo II. Estado do Acre – mesorregiões e regionais de desenvolvimento e seus municípios.





Acre