



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

ANDERSON PARANZINI FARIA

**TEMPO DE COZIMENTO EM SOJA**

---

Londrina  
2009

Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

F224t Faria, Anderson Paranzini.  
Tempo de cozimento em soja / Anderson Paranzini Faria. – Londrina,  
2009.  
46 f. : il.

Orientador: Deonísio Destro.  
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de  
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, 2009.  
Inclui bibliografia.

1. Soja – Melhoramento genético – Teses. 2. Soja – Avaliação –  
Teses. 3. Soja como alimento – Teses. 5. Soja – Alimentos  
funcionais – Teses. I. Destro, Deonísio. II. Universidade Estadual de  
Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia. III. Título.

CDU 631.52:633.34

ANDERSON PARANZINI FARIA

## **TEMPO DE COZIMENTO EM SOJA**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial a obtenção do título de Doutor em agronomia.

Orientador(a): Prof. Dr. Deonísio Destro

Londrina  
2009

ANDERSON PARANZINI FARIA

## TEMPO DE COZIMENTO EM SOJA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial a obtenção do título de mestre em agronomia.

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Deonísio Destro  
Orientador  
Universidade Estadual De Londrina

---

Dr. Alberto Höfs  
NIDERA

---

Prof. Dr. Cássio Egidio Cavenaghi Prete  
Universidade Estadual De Londrina

---

Prof. Dr. Nelson da Silva Fonseca Júnior  
IAPAR

---

Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria  
Universidade Estadual De Londrina

---

Prof. Dr. Claudemir Zucareli  
Universidade Estadual De Londrina

---

Dra. Adriane Marinho de Assis  
Universidade Estadual De Londrina

Londrina, 05 de novembro de 2009

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, por mais esse passo,  
Agradeço.

À minha esposa Flavia, ofereço.

Aos meus pais, Alayr e Alberto,  
meus irmãos André e Alberto e  
ao meu sogro Ubirajara, e a todos  
que participaram da minha vida dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me iluminar e me conduzir até o presente momento da minha vida, proporcionando-me paz e sabedoria para enfrentar todas as dificuldades que a mim são confiadas. A toda minha família avós, tios e primos, e especialmente aos meus pais, Alayr Aparecida Paranzini Faria e Alberto Tadeu Nery Faria, meus irmãos André Paranzini Faria e Alberto Paranzini Faria, eu agradeço pelo incentivo, confiança e educação dedicados a mim durante toda a minha vida, caracterizando uma família sempre presente em minha caminhada.

Agradeço a toda família da minha esposa, ao pai Ubirajara Luiz Bruel e a mãe Mariuza das Graças Farinácio Bruel que não se encontra presente conosco fisicamente, mas de algum lugar ainda olha por nós, a sua irmã Daniela Cristina Bruel e em especial a minha esposa Flavia Helena Bruel Faria, pelo amor e companheirismo dedicados a mim desde novembro de 2000 e pelo apoio e motivação proporcionado pelo nosso namoro durante a nossa vida acadêmica, e principalmente por escolher viver comigo.

Agradeço ao meu concunhado Renato Padilha de Andrade, pelo companheirismo e por ser considerado como irmão, e as minhas futuras cunhadas Cláudia Manning e Carla Roveri, pela amizade e convívio e tenho a esperança que ambas não demorem a entrar definitivamente na família.

Sou muito grato aos colegas de turma em minha graduação, que ainda hoje estão presentes em minha vida, e sinceramente considero muito importante fazer parte da mesma turma dos colegas Alessandro Jeferson Sato, Antônio José Francovig Júnior, Breno Francovig Rachid, Caio Batista Muller, Kleyton Rodrigo Polzonoff Silveira, além dos colegas que foram muito importantes na minha formação e que hoje tenho pouco contato.

Agradeço a meu orientador Professor Doutor Deonísio Destro pelos conhecimentos científicos repassados a mim, bem como pelas lições de vida que me fizeram crescer pessoalmente e profissionalmente durante os meus anos de convívio na UEL, também por me proporcionarem adquirir novos conhecimentos a respeito do melhoramento de plantas.

Tenho muita gratidão aos professores da UEL, por me ajudarem nessa caminhada, principalmente aos que fizeram mais que seu papel de professor e que sempre me trataram como um amigo e auxiliaram na vida dentro e fora da Universidade, e além dos componentes da minha banca, sou grato a todos os professores que participaram da minha formação desde a época da pré-escola.

Agradeço também aos componentes da minha banca e da minha qualificação a Dr<sup>a</sup> Luzia Doretto Paccola Meirelles do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Londrina, ao Pesquisador do IAPAR Dr. Nelson da Silva Fonseca Júnior, ao Dr. Alberto Höfs da Empresa Nideira, ao Dr. Ricardo Tadeu de Faria e ao Dr. Cássio Egidio Cavenaghi Prete, por fazerem parte da minha banca e me auxiliarem com seus conhecimentos investidos na melhoria dessa tese. Aos suplentes Dr<sup>a</sup>. Adriane Marinho de Assis e ao Dr. Claudemir Zucareli por se colocarem a disposição, se prontificando a fazer parte da banca.

Relato também a importância do convívio e aprendizado com os colegas de estágio, tanto na graduação quanto na pós graduação dos colegas Henrique Stocco Bizeti, Beatriz Meneguice, Leonar Parpinelli Trombini e Philip Traldi Wysmierski.

Agradeço ao pessoal de apoio da UEL do Setor de Campo Experimental, principalmente ao Técnico Agrícola Uri Antonio Carneiro, por toda sua ajuda, pró-atividade e amizade, do Laboratório de Fitotecnia, principalmente ao José Vicentini Neto pela colaboração, bem como no auxílio nos anos desde a graduação.

Sou grato aos amigos e colegas de trabalho da Embrapa SNT, principalmente ao Dr. Luiz Carlos Miranda, ao Dr. Rogério de Sá Borges, Dra. Divânia de Lima, Luiz Gonzaga Ferreira Sobrinho, Sidney Ribeiro Costa, Cairo Cezar Ferreira, por participarem de minha vida profissional trazendo muito ensinamento e auxílio para meu crescimento profissional.

Agradeço aos funcionários da Embrapa Soja, principalmente ao Dr. Lineu Alberto Domit, ao Dr. César de Castro, ao Dr. Adilson de Oliveira Júnior, ao Dr. Pedro Moreira da Silva Filho, ao Dr. Marcelo Fernandes de Oliveira, ao Dr. José Marcos Gontijo Mandarino, ao Dr. Álvaro Manuel Rodrigues Almeida e a todos os amigos e colegas que me deram total apoio de campo, na área de produção de sementes, especialmente, e mais uma vez, agradeço ao meu sogro o Sr. Ubirajara Luiz Bruel, aos colegas de trabalho Adriano de Lima, Ziquinho, Mário, Marquinho, Gilmar e Nino, também ao pessoal de fertilidade de solos principalmente aos amigos Rubson, Zuca e Miguel.

Agradeço aos novos colegas de trabalho da Coodetec e principalmente ao Dr. Marco Antônio Rott de Oliveira, por todo o apoio e incentivo, e aos demais colegas Dorival Vicente, Dra. Marisa Dellagostin, Hamilton Santana, Lúcio Fernando Dondoni Goelzer, Ivanor José Perin, Niomar Deminski, Paulo Cavaccini Valadares, Elihu de Almeida Santos Filho e Jonas Pedro Dolfini Paranzini.

O Departamento de Agronomia da UEL e eu, agradecemos ao Departamento de Agronomia e Genética da Universidade de Minnesota, especialmente ao Dr. James H. Orf e Phil Schaus, por terem fornecido os dados para a elaboração do artigo “Tempo de cozimento em soja no estado de Minnesota, EUA”.



“Não é o mais forte que sobrevive,  
nem o mais inteligente, mas o que  
melhor se adapta às mudanças.”

Charles Darwin

FARIA, Naderson Paranzini. **Tempo e cozimento em soja**. 2009. 56 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade estadual de Londrina, Londrina. 2010.

## RESUMO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a leguminosa mais cultivada no mundo por ter um notável potencial econômico e excelentes características nutricionais. Devido à presença de compostos bioativos, a soja e seus derivados apresentam grande potencial no mercado de alimentos funcionais, os quais têm sido largamente estudadas quanto aos seus efeitos biológicos benéficos à saúde humana. Vários procedimentos têm sido adotados para aumentar a aceitação e favorecer o maior consumo de soja na alimentação humana. Com o crescente uso da soja na alimentação humana, há necessidade de se estudar como o ambiente influencia nas características tecnológicas do grão. Cultivares que apresentam grãos com cozimento rápido proporciona economia de energia. Além disso, períodos prolongados de cozimento causam mudanças estruturais em nível celular, provocando perda de nutrientes. A metodologia usada para determinar o tempo de cocção, utilizando o cozedor de Mattson adaptado, considera que os grãos devem estar completamente hidratados. Os métodos que estimam o tempo de cozimento servem para fornecer resultados aos programas de melhoramento. Foi possível comprovar a existência de variabilidade entre os diferentes genótipos de soja testados, quanto ao tempo de cozimento. Em decorrência disso, pode ser realizada uma seleção para a característica de tempo de cozimento, visando a preferência por materiais com o menor tempo de cozimento. Em relação aos genótipos avaliados, a característica tempo de cozimento, tiveram variação de 18,13 a 60,08 minutos nos ambientes, sendo que o genótipo MN1101SP apresentou um baixo tempo de cozimento, em média, próximo de 25 minutos, pequena quantidade de sementes duras, tamanho médio de 20,52 gramas/100 sementes em todos os locais avaliados.

**Palavras-chave:** *Glycine Max*. Melhoramento Genético. Alimentação Humana. Alimento Funcional. Qualidade Tecnológica.

FARIA, Anderson Paranzini. **Cooking time of soybean**. 2009. 56 f. thesis (Doctorate in agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2010.

## **ABSTRACT**

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is the most cultivated legume in the world to have a notable economic potential and excellent nutritional characteristics. Due to the presence of bioactive compounds in soy and its derivatives have great potential in functional food market, which have been widely studied for its beneficial biological effects on human health. Several procedures have been adopted to increase acceptance and encourage greater consumption of soybean as food. With the increasing use of soybeans for human consumption, no need to study how the environment influences the technological characteristics of the grain. Cultivars that have grains with quick cooking saves energy. In addition, prolonged periods of cooking cause structural changes at the cellular level, causing loss of nutrients. The methodology used to determine the cooking time, using the Mattson cooker, believes that the seeds must be completely hydrated. The methods that estimate the cooking time used to provide results to breeding programs. It was possible to prove the existence of variability among different soybean genotypes tested, as the cooking time. As a result, can be made a selection for the trait of cooking time, seeking a preference for materials with less cooking time. For genotypes, the characteristic time for cooking, had a change from 18.13 to 60.08 minutes in the environment, and genotype MN1101SP exhibited a low cooking time, on average, around 25 minutes, a small amount of seed hard, average size of 20.52 grams/100 seeds at all sites evaluated.

**Keywords:** *Glycine Max*. Breeding. Food. Functional Food. Technological Quality.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1 SOJA .....	13
2.2 INTERAÇÕES .....	14
2.3 ELEÇÃO .....	14
<b>3 REVISÃO: TEMPO DE COZIMENTO EM SOJA</b> .....	16
Resumo .....	16
Abstract .....	17
3.1 INTRODUÇÃO .....	18
3.2 HIDRATAÇÃO DOS GRÃOS .....	19
3.3 TEMPO DE COZIMENTO .....	22
3.4 RESULTADOS COM SOJA .....	23
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24
<b>4 ARTIGO: TEMPO DE COZIMENTO EM SOJA NO ESTADO DE MINNESOTA, USA</b> .....	25
Resumo .....	25
Abstract .....	26
4.1 INTRODUÇÃO .....	27
4.2 REVISÃO DE LITERATURA .....	27
4.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	29
4.3.1 Descrição do Experimento .....	29
4.3.2 Massa de Cem Sementes (MS) .....	30
4.3.3 Massa de Cem Sementes Embebidas (MSE) .....	30
4.3.4 Porcentagem de Semente Dura (SD) .....	31
4.3.5 Tempo de Cozimento (TC) .....	31
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4.6 CONCLUSÃO .....	45
<b>APÊNDICES</b> .....	47
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

Por milhares de anos, a produção e o consumo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ficaram restritos à civilização oriental, enquanto o Ocidente ignorava sua existência e importância, somente no final do século XV foi introduzida na Europa em jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha (EMBRAPA SOJA, 2009).

Os Estados Unidos iniciaram sua exploração comercial, primeiramente como forrageira e, posteriormente, como grão, enquanto a Rússia, Inglaterra e Alemanha fracassaram nas tentativas de introdução comercial do cultivo do grão. Em 1940, no auge do seu cultivo como forrageira, foram ocupados nos Estados Unidos, cerca de dois milhões de hectares com tal propósito (EMBRAPA SOJA, 2009).

Os líderes mundiais na produção mundial de soja são os Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai (EMBRAPA SOJA, 2009). O Estado de Minnesota é o terceiro maior produtor de soja dos Estados Unidos, ficando atrás dos Estados de Iowa e Illinois (NASS, 2009).

A soja tem se destacado como principal produto do agronegócio mundial, sendo que o Brasil ocupa a posição de maior exportador desse grão e como segundo maior produtor (CONAB, 2009). Importante salientar o esforço dos melhoristas brasileiros para a identificação dos genes relacionados com o período juvenil longo, que resulta em atraso na floração. Esta característica foi incorporada às cultivares, o que possibilitou o cultivo da soja em regiões de baixa latitude, principalmente nas áreas do Cerrado brasileiro (TOLEDO *et al.*, 1995).

Essa commodity apresenta um crescimento considerável na participação do agronegócio mundial, devido ao aumento da demanda por produtos derivados desse grão e também pelo seu consumo *in natura*.

Com o conhecimento do potencial da cultura, do seu teor de óleo e proteína, em meados da segunda década do século XX, começou o interesse das indústrias alimentícias (EMBRAPA SOJA, 2009).

Os grãos são ricos em proteínas, isoflavonas e ácidos graxos poli-insaturados que conferem efeitos relevantes na prevenção de doenças cancerígenas, arteriosclerose e diabetes. Também é excelente fonte de minerais

como ferro, potássio, fósforo e vitaminas do complexo B (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998).

Apesar da produção mundial ser elevada, o consumo de soja e derivados *in natura* é muito limitado. Essa limitação deve-se às características indesejáveis encontradas no grão de soja, como textura, cor, odores desagradáveis e sabor adstringente.

Esses problemas são atribuídos aos inibidores endógenos de enzimas digestivas e lectinas e por baixa digestibilidade. Para melhorar a qualidade nutricional de alimentos elaborados com soja, inibidores e lectinas são inativados por tratamento térmico ou eliminado por fracionamento durante o processamento (FRIEDMAN; BRANDON, 2001).

A maioria dos processos tecnológicos de industrialização de soja tem como ponto inicial a hidratação e posteriormente o cozimento dos grãos. Esse é um assunto que deve ser estudado para verificar a genética de características físicas e químicas e suas correlações (MORAIS *et al.*, 2001). Com isso Mwandemele *et al.* (1984) afirmam que um período longo de cozimento da soja durante sua industrialização, aliado ao sabor desagradável que as enzimas conferem e problemas de flatulência, são fatores que prejudicam o uso regular da soja como fonte de proteína.

Em soja, o cozimento é um tratamento térmico por via úmida que facilita a destruição dos fatores antinutricionais, mas uma cocção muito rigorosa pode ter como consequência a desnaturação das proteínas e destruição de outros elementos, chegando-se a perder completamente o seu valor biológico (PERRY *et al.*, 1976).

Com isso, esse trabalho tem como objetivo principal ressaltar a variabilidade entre os genótipos, verificando a possibilidade de selecionar aqueles com o menor tempo de cozimento, deste modo pretende-se auxiliar e incentivar os programas de melhoramento genético a buscarem genótipos de soja com características direcionadas ao consumo humano e com o tempo de cozimento reduzido, a fim de preservar as características benéficas á saúde humana presentes na soja, que eventualmente podem ser perdidas pelo cozimento excessivo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é reconhecida como uma das mais antigas plantas cultivadas no planeta. As primeiras citações do grão apareceram no período entre 2.883 e 2.838 a.C., quando a soja era considerada um grão sagrado, como o arroz, o trigo, a cevada e o milho, por sua importância na dieta alimentar dos chineses. Porém, alguns autores acreditam que as referências à soja são ainda mais antigas (EMBRAPA SOJA, 2009).

Nos seus primórdios a soja era de hábito rasteiro, sendo encontrada na costa leste de Ásia, principalmente na China. Sua evolução ocorreu de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA SOJA, 2009).

Em 2008, o complexo soja foi o principal item do Balanço Comercial Brasileiro trazendo divisas de mais de US\$ 17.986 bilhões, o que o coloca, em primeiro lugar da pauta de exportações do país, devendo ficar em torno de US\$ 13.030 bilhões em 2009 devido a variação cambial e de acordo com as projeções (ABIOVE, 2009).

Os Estados Unidos no ano de 2007 apresentaram uma produção avaliada em US\$ 27.398 bilhões. Somente o Estado de Minnesota contribuiu com cerca de US\$ 2.535 bilhões (NASS, 2009).

A soja é a mais importante oleaginosa sob cultivo extensivo e também a planta de lavoura que mais produz proteína por hectare. Suas qualidades como fonte de calorias, fazem desta leguminosa o alimento básico potencial na luta contra o espectro da subnutrição e da fome, que se vislumbra em áreas densamente populosas e menos desenvolvidas (BONETTI, 1981).

Confirmando esta tendência, a soja tem destaque pelas suas qualidades nutricionais, facilidade de adaptação, alta produtividade e cultivo em quase todas as regiões do globo e é considerada como um dos alimentos do futuro, por apresentar fonte de proteína de baixo custo e de alto valor nutritivo que se conhece para a alimentação humana (COSTA, 1979).

## 2.2 INTERAÇÕES

A correlação é um parâmetro estatístico que reflete o grau de associação entre caracteres. Esse conhecimento é de grande relevância porque mostra como a seleção para um caráter influencia a expressão de outros caracteres. Nos programas de melhoramento, geralmente, além de se visar o aprimoramento de um caráter principal, busca-se também manter ou melhorar a expressão de outros caracteres simultaneamente (LOPES *et al.*, 2002).

A interação genótipo x ambiente tem sido estudada em soja com o objetivo de estimar os seguintes efeitos: efeitos envolvendo genótipos x locais (SOLDINI, 1993), genótipos x anos (BILLORE; JOSHI, 1997; GIECO, 1997), genótipos x locais x anos (TOLEDO *et al.*, 1990; ALLIPRANDINI *et al.*, 1994, LAÍNEZ-MEJÍA, 1996).

Alliprandini *et al.* (1993) avaliaram o comportamento de genótipos divididos em três ciclos de maturação (precoce, semiprecoce e médio). A interação significativa obtida para ciclos de maturação x locais x anos indica que, para determinada combinação entre ano e local, existe um ciclo de maturação com maior produtividade de grãos.

O esforço do melhoramento foi concentrado na obtenção de cultivares produtivos e com ampla faixa de adaptação, sem relegar a um segundo plano os objetivos específicos que visam sanar problemas locais ou regionais (ALLIPRANDINI, 1993).

## 2.3 SELEÇÃO

A seleção objetiva acumular alelos favoráveis à característica de interesse em determinada população e é um processo vinculado a uma constante e permanente renovação (REIS *et al.*, 2004).

Para a obtenção de genótipos superiores, é necessária a reunião de uma série de atributos favoráveis que confirmam produtividade de grãos mais elevada e satisfaçam as exigências do mercado. Com isso, a seleção baseada em uma ou



poucas características mostra-se inadequada, conduzindo a um produto final superior apenas em relação aos caracteres selecionados (CRUZ; REGAZZI, 1997).

Segundo Rossmann (2001) a obtenção de estimativas de diferentes parâmetros genéticos e fenotípicos, têm importância em programas de melhoramento genético, pois possibilitam a tomada de decisões relacionadas com a escolha do método mais apropriado, os caracteres que devem ser selecionados em etapas iniciais e avançadas de um programa e também a importância que deve ser atribuída a cada caráter, separadamente ou em conjunto.

Contudo, selecionar progênies superiores não é tarefa fácil uma vez que os caracteres de importância, em sua maioria quantitativos, apresentam comportamento complexo por serem influenciados pelo ambiente e estarem inter-relacionados de tal forma que a seleção de um provoca uma série de mudanças em outros (CRUZ; REGAZZI, 1997).

### 3 REVISÃO: TEMPO DE COZIMENTO EM SOJA

#### RESUMO

Devido à presença de compostos bioativos, a soja e seus derivados apresentam grande potencial no mercado de alimentos funcionais, os quais têm sido largamente estudados quanto aos seus efeitos biológicos benéficos à saúde humana. Vários procedimentos têm sido adotados para aumentar a aceitação e favorecer o maior consumo de soja na alimentação humana. O tratamento térmico dos grãos, tem-se mostrado bastante eficiente para os grãos inteiros implicando em inativação dos fatores antinutricionais e em mudanças na estrutura das proteínas, elevando a digestibilidade destes nutrientes. Portanto, esta revisão tem por objetivo auxiliar e incentivar os programas de melhoramento genético a buscarem genótipos de soja com características para essa finalidade, e que apresentem maior eficiência. Cultivares que apresentam grãos com cozimento rápido proporcionam economia de tempo e de energia. Além disso, períodos prolongados de cozimento causam mudanças estruturais em nível celular, provocando perda de nutrientes. A metodologia usada para determinar o tempo de cocção considera que os grãos devem estar completamente hidratados, e consiste no uso do cozedor de Mattson. Os métodos que estimam o tempo de cozimento servem para fornecer resultados aos programas de melhoramento. Desta forma, podem-se melhorar as estratégias para a obtenção de cultivares com maior eficácia com essa finalidade. A identificação de linhagens com menor tempo de cozimento, rápida capacidade de hidratação, com tegumentos que não sofram ruptura durante o cozimento e com alta expansão volumétrica, após o cozimento, é desejável.

**Palavras-chave:** *Glycine Max*. Hidratação. Melhoramento Genético. Consumo Humano. Qualidade Tecnológica.

## COOKING TIME ON SOYBEAN

### ABSTRACT

Due to the presence of bioactive compounds in soy and its derivatives have great potential in functional food market, which have been widely studied for its beneficial biological effects on human health. Several procedures have been adopted to increase acceptance and encourage greater consumption of soybean as food. The heat treatment of the grains has proven quite efficient for whole grains resulting in the inactivation of antinutritional factors and changes in the structure of proteins, raising the digestibility of these nutrients. Therefore, this review is to assist and encourage the breeding programs to seek soybean genotypes with characteristics for this purpose, and with the greatest efficiency. Cultivars that have quick-cooking grains with saving time and energy. In addition, prolonged periods of cooking cause structural changes at the cellular level, causing loss of nutrients. The methodology used to determine the cooking time believes that the seeds must be fully hydrated, and consists in using the Mattson cooker. The methods that estimate the cooking time used to provide results to breeding programs. Thus, one can improve the strategies to obtain cultivars with more effective for this purpose. The identification of lines with less cooking time, quick hydration, with coats that do not suffer breakdown during cooking and high volume expansion, after cooking, is desirable.

**Keywords:** *Glycine Max.* Hydratation. Breeding. Human Consumption. Technological Quality.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa importante na alimentação humana e animal, graças às suas características nutricionais, com produção mundial crescente (MIURA *et al.*, 2005).

O Brasil é o segundo produtor mundial de soja, mesmo assim o uso da soja *in natura* na alimentação humana é muito limitado. Essa limitação deve-se às características indesejáveis encontradas no grão de soja, como por exemplo, textura, odores desagradáveis e sabor adstringente. Efeitos nutricionais adversos, seguintes ao consumo de soja crua, têm sido atribuídos à presença de inibidores endógenos de enzimas digestivas e lectinas e por baixa digestibilidade. Para melhorar a qualidade nutricional de alimentos elaborados com soja, inibidores e lectinas são geralmente inativados por tratamento térmico ou eliminados por fracionamento durante o processamento (FRIEDMAN; BRANDON, 2001).

A soja e seus derivados apresentam grande potencial no mercado de alimentos funcionais devido à presença de compostos bioativos, como as isoflavonas, as quais têm sido largamente estudadas quanto aos seus efeitos biológicos benéficos à saúde humana (LUI *et al.*, 2003). As isoflavonas são as formas mais comuns de fitoestrógenos, sendo predominantemente encontradas em leguminosas e especialmente abundantes na soja (THAM *et al.*, 1998).

Devido as suas características, a soja e seus produtos vêm sendo amplamente estudados devido não somente ao seu valor nutricional, mas também devido as suas propriedades funcionais na indústria de alimentos, e como alimento funcional, porque exerce ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos através de suas proteínas e isoflavonas (CIABOTTI *et al.*, 2006).

O processamento do alimento pode proporcionar mudanças no seu teor de nutrientes e, conseqüentemente, na sua qualidade nutricional. No processamento da soja, a etapa de imersão dos grãos na água visando ao seu amaciamento é quase sempre necessária, e o tratamento térmico adequado da soja aumenta a digestibilidade de sua proteína, bem como inativa os inibidores de proteases e outros fatores antinutricionais. O tratamento térmico das leguminosas é eficaz para inativar substâncias antinutricionais, embora possa ocorrer atividade

residual significativa de inibidores de proteases em produtos da soja, após tratamento térmico (BAYRAM *et al.*, 2004).

Vários procedimentos têm sido adotados para o tratamento térmico dos grãos, implicando em inativação dos fatores antinutricionais e em mudanças na estrutura das proteínas, elevando a digestibilidade destes nutrientes (CARVALHO *et al.*, 2002).

O aquecimento térmico tem-se mostrado bastante eficiente para os grãos inteiros, mas com efeitos reduzidos ou mesmo ineficientes quando se trata da farinha ou de inibidores purificados (RAYAS-DUARTE *et al.*, 1992; CARVALHO; SGARBIERI, 1997).

Muitos dos processos tecnológicos de industrialização da soja possuem como ponto inicial a hidratação e posterior cozimento. Com o crescente uso da soja e seus derivados na alimentação humana, há necessidade de se estudar a genética de características físicas e químicas e suas correlações (MORAIS *et al.*, 2001). Mwandemele *et al.* (1984) afirmaram que a necessidade de longo período de cozimento exigido no preparo, juntamente com o sabor desagradável e problemas de flatulência são fatores que impedem o uso regular da soja como fonte de proteína.

O cozimento da soja facilita a destruição dos fatores antinutricionais; por outro lado, uma cocção muito rigorosa pode trazer como consequência a desnaturação das proteínas e destruição de outros elementos, chegando-se a perder completamente o seu valor biológico (LAM-SANCHEZ, 1978).

Portanto, esta revisão tem por objetivo auxiliar e incentivar os programas de melhoramento genético a buscarem genótipos de soja com características que incentivem o consumo humano de soja e seus derivados.

### 3.2 HIDRATAÇÃO DOS GRÃOS

A hidratação de grãos de soja visa reduzir o tempo de cozimento, diminuir as perdas e melhorar a qualidade dos produtos obtidos a partir deste grão (WANG *et al.*, 1979), uma vez que a absorção de água em grãos depende tanto da temperatura como do tipo de grão. Dados de umidade em função do tempo têm sido

representados e interpretados por dois tipos básicos de modelos: empíricos e fenomenológicos. Os modelos empíricos geralmente são obtidos a partir de simples correlações matemáticas dos dados experimentais (COUTINHO *et al.*; 2005).

Singh e Kulshrestha (1987) desenvolveram um modelo para a curva de absorção de água em grãos de soja, obtendo um ótimo ajuste aos dados experimentais. Peleg (1988) propôs outro modelo empírico, que foi testado por Sopade e Obekpa (1990) para a absorção de água em soja, conseguindo representar satisfatoriamente os dados experimentais com coeficiente de correlação equivalente. Pan e Tangratanavalee (2003) usaram o modelo de Peleg (1988) com sucesso para estudar a absorção de água por grãos de soja levando em consideração a perda de sólidos. Por sua vez, os modelos fenomenológicos consideram as etapas elementares de transferência de massa.

Dentre os estudos desenvolvidos com modelos fenomenológicos, podem-se destacar os trabalhos de Hsu (1983a,b). Hsu (1983a) propôs um modelo fenomenológico de parâmetros distribuídos, obtido a partir de um balanço de massa diferencial num grão de soja, admitindo forma esférica de diâmetro constante e representado por uma equação diferencial parcial resolvida numericamente. Posteriormente, Hsu (1983b) estudou a influência da temperatura sobre a difusão de água na soja utilizando o modelo desenvolvido anteriormente, obtendo boa concordância com dados experimentais da hidratação de soja.

Os modelos fenomenológicos consideram as etapas elementares de transferência de massa por difusão e/ou convecção; podem ser de parâmetros concentrados ou distribuídos e, geralmente, representam as principais tendências do processo, mesmo fora das condições experimentais em que foram validados. Os modelos de parâmetros concentrados não contemplam variações espaciais das propriedades físicas no sistema, enquanto que os de parâmetros distribuídos normalmente as representam, podendo, ambos, ser utilizados para simular o comportamento do grão durante a hidratação (COUTINHO *et al.*, 2007).

Ao contrário de Hsu (1983b), Coutinho *et al.* (2005) desenvolveram um modelo de parâmetros concentrados que leva em conta o aumento do diâmetro ao longo do processo de hidratação.

Em algumas pesquisas, tem-se buscado associar a velocidade de absorção de água pelas sementes com a qualidade fisiológica, sendo que os resultados alcançados não são conclusivos. Rocha *et al.* (1984), em avaliação da

capacidade de absorção de água pelas sementes de soja, ao verificarem que as de colheita retardada tiveram elevação na velocidade de embebição em relação às obtidas em colheitas não retardadas, concluíram que as sementes de maior qualidade embebem mais lentamente.

Souza *et al.* (1996), estudando as características físicas e fisiológicas associadas à absorção de água em sementes de *Calopogonium mucunoides*, encontraram correlação positiva entre a velocidade de intumescimento e o somatório das freqüências de sementes mortas e de plântulas anormais. Também Shepard e Naylor (1996), trabalhando com sementes de sorgo colhidas precocemente e no ponto de maturidade fisiológica, observaram que as sementes imaturas, além de menores em massa, tamanho e densidade, possuíam pericarpo que possibilitou embebição mais acentuada e com maior lixiviação de eletrólitos.

De acordo com Hegarty (1978), a hidratação ocorre em taxas diferentes para cada indivíduo de um lote de sementes; quanto às mortas, observou que podem hidratar-se mais rapidamente que as capazes de germinar.

Leopold (1980), similarmente, verificou que as sementes mortas, além de embeberem mais rapidamente do que as vivas, apresentaram maior lixiviação de solutos; da mesma forma, Murphy e Noland (1982), em sementes de beterraba mortas pelo calor, encontraram acentuado incremento na embebição e na lixiviação de solutos em relação ao verificado nas sementes vivas. Por outro lado, segundo McDonald *et al.* (1988), a hidratação de sementes de soja ocorreu de forma similar, em água líquida, independentemente do estágio de deterioração. Também Woodstock e Tao (1981) não observaram diferenças na absorção de água em eixos embrionários de soja de diferentes qualidades fisiológicas.

Utilizando uma caixa de isopor e diferentes temperaturas de grãos (COUTINHO *et al.*, 2005) concluíram que o diâmetro da soja aumentou em 30% no primeiros 15 minutos do processo, e que a temperatura não influenciou significativamente no diâmetro final.

Para avaliar o tempo de embebição em feijões, Rodrigues *et al.* (2005) submeteram uma amostra de 50g de grãos de feijão, que foram colocados em copos plásticos com 200ml de água destilada, em nove diferentes tempos de embebição, com intervalos de 30 minutos, iniciados com 2 horas e terminando com 18 horas, à temperatura ambiente ( $\pm 20^{\circ}\text{C}$ ) deste modo, constataram que a

hidratação máxima ocorreu com 13 horas e 07 minutos para a cultivar TPS Nobre e as 13 horas e 12 minutos para a cultivar Pérola.

Dessa maneira, apesar de evidenciar a existência de relações entre a velocidade de embebição, a condição fisiológica e o aumento de volume das sementes, a literatura especializada não explicita a possibilidade de estimativa do desempenho fisiológico, pela análise das variações de tamanho geradas por hidratações transcorridas com diferentes velocidades em período idêntico (BECKERT e SILVA, 2002).

Cavariani *et al.* (2009) em seus estudos sobre hidratação em função do tegumento da soja concluiu que a velocidade de hidratação das sementes é afetada pela cultivar e pelo local de produção.

Complementarmente, com o objetivo de associar a velocidade de hidratação das sementes com a qualidade fisiológica, Becker e Silva (2002) realizando estudos aprofundados sobre a velocidade de absorção e seus principais condicionantes, foi possível destacar a velocidade de absorção de água pelas sementes de soja é afetada pela qualidade das sementes, deste modo podendo ser correlacionada com um indicativo de qualidade.

### 3.3 TEMPO DE COZIMENTO

Cultivares que apresentam grãos com cozimento rápido proporcionam economia de tempo e de energia (YOKOYAMA; STONE, 2000). Além disso, tratamento térmico de grãos tem implicações de ordem nutricional, pois promovem o desenvolvimento do sabor e textura adequados para o consumo, e inativa fatores antinutricionais, mas os tempos prolongados de cozimento causam a perda de minerais, vitaminas e proteínas (PUJOLA *et al.*, 2007; RAMÍREZ-CÁRDENAS *et al.*, 2008).

A identificação de linhagens de feijão com menor tempo de cozimento, rápida capacidade de hidratação, com tegumentos que não se rompem durante o cozimento e com alta expansão volumétrica, após o cozimento se torna desejável (CARBONELL *et al.*, 2003), se tratando de soja para o mesmo fim, podemos considerar que os aspectos podem ser encarados da mesma maneira.



A metodologia usada para determinar o tempo de cocção considera que os grãos devem estar completamente hidratados, e consiste no uso do cozedor de Mattson (MATTSON, 1946), que é muito simples e rápido de ser utilizado. A proporção de grãos/água varia entre 10 a 30% de grãos em relação à água de embebição, com um tempo de embebição de 2 até 18 horas (CARBONELL *et al.*; 2003; PLHAK *et al.*, 1989; RAMOS JUNIOR *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*; 2005).

### 3.4 RESULTADOS COM SOJA

Avaliando grãos de diversos cultivares de soja, provenientes de quatro diferentes localidades brasileiras, Turatti *et al.* (1984), verificaram que os tempos de cozimento variaram entre 56 a 290 minutos, encontrando variações significativas de tempo de cozimento para os cultivares provenientes de diferentes localidades de cultivo. Destro *et al.* (2003) encontraram um tempo de cozimento de 26 a 170 minutos em linhagens puras de soja tipo alimento. Já para linhagens puras oriundas de cruzamentos entre soja tipo grão e soja tipo alimento, o tempo de cozimento variou de 63 a 124 minutos.

Trabalhando com 20 linhagens puras de soja procedentes do programa de melhoramento da Universidade Estadual de Londrina e avaliando tempo de cozimento nos anos de 2002/2003 e 2003/2004, Meneguice *et al.* (2005) identificaram as linhagens LP 1, LP 5, LP 9, LP 12 e LP 18 promissoras para salada, aperitivos e “toffu”, por terem apresentado tempo de cozimento médio variando entre 24,64 até 41,62 minutos e grãos maiores nos dois anos avaliados e a linhagem pura LP20 mais promissora para “natto” e brotos por ter apresentado menor tamanho de grão e tempo de cozimento de 44,88 minutos, em ambos os anos.

Destro *et al.* (2003), estudaram a variabilidade genética do tempo de cozimento em soja e sua correlação com massa e percentagem de embebição das sementes. As correlações mais pronunciadas, embora fracas, foram entre percentagem de embebição e tempo de cozimento (-0,41\*) e entre massa de sementes antes e após a embebição com tempo de cozimento (0,42\* e 0,41\*). Esta informação é importante para a produção e seleção de linhagens para o consumo

humano, indicando que é possível a seleção de plantas com baixo tempo de cozimento sem influenciar significativamente a massa de sementes.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos que estimam o tempo de cozimento servem para fornecer resultados aos programas de melhoramento. Desta forma, podem-se melhorar as estratégias para a obtenção de cultivares com relação a incentivar o consumo humano, com uma maior facilidade no seu preparo e/ou processamento, de forma a reduzir as perdas dos elementos que trazem benefícios à saúde humana presentes na soja, além de diminuir os custos desse preparo.

Com o presente estudo foi possível comprovar a existência de variabilidade entre os diferentes genótipos de soja testados, quanto ao tempo de cozimento. Em decorrência disso, pode ser realizada uma seleção para a característica de tempo de cozimento, visando a preferência por materiais com o menor tempo de cozimento.

#### 4 ARTIGO: TEMPO DE COZIMENTO EM SOJA NO ESTADO DE MINNESOTA, USA.

##### RESUMO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é o grão mais cultivado no mundo devido a suas características econômicas e nutricionais. Na composição química tem em média 40% de proteínas e 20% de óleo, rica em isoflavonas, as quais atuam na prevenção de doenças crônicas degenerativas. Com o crescente uso da soja na alimentação humana, há necessidade de se estudar como o ambiente influencia nas características tecnológicas do grão. O objetivo desse trabalho foi selecionar genótipos de soja no norte dos USA para o consumo humano, através da determinação do tempo de cozimento, porcentagem de sementes com o tegumento duro, massa de cem sementes e massa de cem sementes embebidas. Foram avaliados 30 genótipos, em três locais no Estado de Minnesota (Rosemount, Morris e Becker), nos anos de 2003 e 2004. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições. O tempo de cozimento foi determinado por meio da Máquina de Mattson adaptada. A interação Genótipos x Ano x Local foi significativa ( $P < 0,01$ ) para todas os caracteres avaliados, indicando que os genótipos reagem diferentemente nos ambientes. Em relação à característica tempo de cozimento, os genótipos variaram de 18,13 a 60,08 minutos nos ambientes, sendo que o genótipo MN1101SP apresentou um baixo tempo de cozimento, em média, próximo de 25 minutos, pequena quantidade de sementes duras, tamanho médio de 20,52 gramas/100 sementes em todos os locais avaliados.

**Palavras-chave:** *Glycine Max*. Alimentação Humana. Qualidade. Alimento Funcional. Qualidade Tecnológica.

## COOKING TIME IN SOYBEAN IN THE STATE OF MINNESOTA, USA.

### Abstract

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is the most cultivated grain in the world due to their economic and nutritional. Chemical composition has an average of 40% protein and 20% oil, rich in isoflavones, which act in the prevention of degenerative diseases. With the increasing use of soybeans for human consumption, no need to study how the environment influences the technological characteristics of the grain. The aim of this work was to select soybean genotypes in the north of the USA for human consumption, by determining the cooking time, percentage of seeds with hard seed coat, weight of hundred seeds and weight of hundred seeds soaked. 30 genotypes were evaluated in three locations in Minnesota (Rosemount, Morris and Becker), in the years 2003 and 2004. The experimental design was a randomized block design with three replications. The cooking time was determined by the machine adapted Mattson. The genotype x year x location was significant ( $P < 0.01$ ) for all traits, indicating that genotypes react differently in the environment. For the trait cooking time, the genotypes ranged from 18.13 to 60.08 minutes in the environment, and genotype MN1101SP exhibited a low cooking time, on average, around 25 minutes, a small amount of hard seeds, size average 20.52 grams/100 seeds at all sites evaluated.

**Key-words:** *Glycine Max*. Food. Quality. Functional Food. Technological Quality.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa que apresenta um crescimento considerável na participação do agronegócio mundial, devido ao aumento da demanda por produtos derivados desse grão e também pelo seu consumo *in natura*.

Além de importância econômica, a soja tem características nutricionais e farmacêuticas importantes, sendo rica em óleo, proteína e isoflavonas. Com isso, para o seu uso na alimentação humana faz-se necessário o estudo mais detalhado desse grão (LAM-SANCHEZ *et al.*, 1982).

Mesmo com todas essas características desejáveis, o seu consumo é reduzido devido a alguns processos tecnológicos de industrialização começando com a hidratação e posterior cozimento do grão, causando alterações no sabor, odor e textura do alimento, indesejáveis ao consumo humano quando submetidas a um período longo de cocção (FRIEDMAN; BRANDON, 2001).

Por isso que existe a necessidade de estudos sobre genótipos de soja com reduzido tempo de cozimento para garantir melhor qualidade para o consumo humano.

O objetivo desse trabalho foi selecionar genótipos de soja para consumo humano, através da avaliação de quatro características em três locais por dois anos, no estado de Minnesota, USA.

## 4.2 REVISÃO DE LITERATURA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem se destacado como principal produto do agronegócio mundial, sendo que o Brasil se destaca como maior exportador desse grão e como segundo maior produtor só perdendo para os EUA que é o maior produtor atualmente (CONAB, 2009). Esse grão é cultivado em praticamente todo o país, devido a identificação dos genes relacionados com o período juvenil longo, que causa atraso na floração da soja (Toledo *et al.*, 1995).

A soja é uma planta da família das leguminosas e possui importantes características nutricionais. São grãos ricos em proteínas, isoflavonas e ácidos graxos poli-insaturados que conferem efeitos relevantes na prevenção de doenças cancerígenas, arteriosclerose e diabetes. Também é excelente fonte de minerais como ferro, potássio, fósforo e vitaminas do complexo B (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998).

Segundo Vello (1992), a soja pode ser classificada em dois tipos: o tipo grão e o tipo alimento. A soja tipo grão tem sementes de tamanho médio com a massa de cem sementes entre 10 e 19 gramas, e é cultivada principalmente para abastecer as indústrias de produção de proteína e óleo. Na soja tipo alimento, existem duas categorias, sendo elas: sementes pequenas, com massa de cem sementes inferior a 10 gramas, consumidas na forma de “natto” (soja fermentada) ou broto; sementes grandes, com massa de cem sementes igual ou maior que 20 gramas. Nesse caso são consumidos grãos maduros na forma de doce de soja ou “kuromamme” (tegumento escuro), como salada (tegumento de coloração clara), como tofu (queijo), misso (pasta) ou extrato (leite). Além disto, vagens verdes com sementes grandes são consumidas como edamame.

É uma fonte alimentícia produzida em grande escala no mundo, principalmente, no Brasil e EUA. Mesmo assim, o seu consumo *in natura* é muito limitado. Essa limitação deve-se às características indesejáveis encontradas no grão de soja, como textura, cor, odores desagradáveis e sabor adstringente. Esses problemas são atribuídos à presença de inibidores endógenos de enzimas digestivas e lectinas e por baixa digestibilidade. Para melhorar a qualidade nutricional de alimentos elaborados com soja, inibidores e lectinas são inativados por tratamento térmico ou eliminados por fracionamento durante o processamento (FRIEDMAN; BRANDON, 2001).

A maioria dos processos tecnológicos de industrialização de soja tem como ponto inicial a hidratação e posteriormente o cozimento dos grãos. Esse é um assunto que deve ser estudado para verificar a genética de características físicas e químicas e suas correlações (MORAIS *et al.*, 2001). Com isso Mwandemele *et al.* (1984) afirmam que um período longo de cozimento da soja durante sua industrialização, aliado ao sabor desagradável que as enzimas conferem e problemas de flatulência são fatores que prejudicam o uso regular da soja como fonte de proteína.

O cozimento é um tratamento térmico por via úmida que facilita a destruição dos fatores antinutricionais, mas uma cocção muito rigorosa pode provocar alterações em proteínas e destruição de outros elementos, chegando a perder completamente o seu valor nutricional (PERRY *et al.*; 1976; DELLA *et al.*, 1994 e COSTA *et al.*, 2006).

Todas essas informações evidenciam, portanto, a necessidade de estudos aprofundados sobre genótipos de soja com reduzido tempo de cozimento, de forma a garantir a qualidade nutricional da soja para o consumo humano. E com este entendimento o presente trabalho tem por objetivo maior a busca e a seleção de genótipos de soja para consumo humano, com tempo de cozimento reduzido, característica desejável pela redução de custos com o preparo da soja e pela minimização das perdas de compostos bioativos presentes na soja capaz de contribuir significativamente para a melhoria da saúde humana. Para este fim, foram avaliados genótipos oriundos de três locais do estado de Minnesota, USA, por um período de dois anos, sendo avaliadas quatro características: massa de cem sementes (MS), massa de cem sementes embebidas (MSE), tempo de cozimento (TC) e porcentagem de sementes duras (SD).

#### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

##### 4.3.1 Descrição do Experimento

Para a realização deste experimento que objetiva as medições sobre o tempo de cozimento de sementes de soja, foram utilizadas sementes provenientes de campos experimentais situados no Estado de Minnesota, nos EUA, nos locais de Rosemount, Morris e Becher, nos anos agrícolas de 2003 e 2004.

As determinações dos dados referentes aos tempos de cozimento foram obtidas no laboratório da Universidade de Minnesota nos EUA. A análise estatística dos dados foi realizada em parceria entre a Universidade Estadual de Londrina e o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), ambos situados no Brasil.

Foram avaliados 30 genótipos de soja tipo alimento e o delineamento experimental utilizado, tanto no campo como no laboratório, foi blocos casualizados com três repetições. No campo, cada parcela constitui-se de uma linha de cinco metros de comprimento e espaçamento de 0,90 metros entre linhas. A parcela experimental foi representada por amostras de cem sementes para a avaliação das características de massa de cem sementes, massa de cem sementes embebidas, tempo de cozimento e porcentagem de sementes duras. Após a colheita, os grãos dos dois anos agrícolas e dos três locais foram armazenados separadamente em sacos de papel, no laboratório de Agronomia da Universidade de Minnesota. Esses grãos foram pré-selecionados para a retirada de todos os grãos danificados mecanicamente, por insetos ou máquinas durante o processo de colheita.

#### 4.3.2 MASSA DE CEM SEMENTES (MS)

A massa de cem sementes foi obtida através da pesagem em balança eletrônica de uma amostra de cem grãos para cada repetição.

#### 4.3.3 Massa de Cem Sementes Embebidas (MSE)

A porcentagem de absorção de água pelos grãos foi determinada através da adaptação da metodologia proposta por Jackson e Varriana-Marston (1981) e descrita para a cultura do feijão. Primeiramente, determinou-se a MS anteriormente à embebição, posteriormente os grãos foram embebidos em água deionizada por 16 horas, acondicionados em recipientes plásticos, separados por repetições. Após as 16 horas de embebição a água foi escoada e os grãos foram imediatamente pesados.

A porcentagem de embebição (PE) foi determinada pela seguinte fórmula:  $PE = [(MDE - MAE) / MAE] \times 100$ , onde PE = porcentagem de embebição; MAE = massa antes da embebição; MDE = massa depois da embebição.



O processo de absorção de água, envolve a liberação de exsudados da semente para o meio, nos momentos iniciais da embebição, isso deve-se à desorganização do sistema de membranas. Sementes de soja são extremamente suscetíveis aos danos por embebição, geralmente relacionados com a velocidade de absorção de água pela semente. Em condições de plena disponibilidade hídrica, as sementes, principalmente as mais secas, podem absorver água muito rapidamente e ocasionar rupturas em seus tecidos (TOLEDO, 2008).

#### 4.3.4 Porcentagem de Semente Dura (SD)

A porcentagem de sementes duras foi obtida através da contagem do número das sementes na amostra de cem sementes que não absorveram a água durante as 16 horas de embebição.

O tegumento das sementes exerce um papel fundamental no processo de absorção de água, uma vez que a permeabilidade das membranas celulares deste tecido de cobertura pode variar devido à diferenças em espessura e composição, características de cada cultivar, e influenciar o controle da velocidade de embebição. Deste modo, é possível constatar que a variação no conteúdo de lignina no tegumento da semente tem relação com o processo de embebição, pois a alta lignificação do tegumento dificulta a perda de substâncias que podem ser lixiviadas da semente (TOLEDO, 2008).

#### 4.3.5 Tempo de Cozimento (TC)

O cozimento é uma característica indispensável para o consumo dos grãos de leguminosas devido à inativação de fatores antinutricionais e por conferir maciez e textura adequada à preferência dos consumidores (YOKOYAMA; STONE, 2000). No entanto, períodos prolongados de cozimento devem ser evitados, pois ocasionam mudanças estruturais em nível celular, provocando perda de nutrientes (WASSIMI *et al.*, 1988). Deste modo o tempo de cozimento passa a ser fator

determinante para a aceitação de uma determinada cultivar de soja, devendo por isso ser avaliado e considerado pelos programas de melhoramento.

A avaliação do tempo de cozimento de grãos de soja, neste experimento foi realizada por uma máquina cozedora de Mattson (MATTSON, 1946), com 25 pinos de 90 gramas cada, seguindo a metodologia proposta por Jackson e Varriano-Marston (1981).

A técnica consiste na determinação do tempo de cozimento pela porcentagem dos grãos cozidos na máquina (mais de 50%). Os grãos foram embebidos por dezesseis horas, e posteriormente submetidos ao teste e acondicionados em cápsulas individuais.

O aparelho é colocado em uma panela com água destilada fervente, mantendo-se o aquecimento. À medida que ocorre o cozimento, as hastes caem e atravessam os grãos, anotando-se o tempo decorrido do início da fervura até a queda do décimo terceiro pino, e obtendo-se assim o tempo de queda das hastes. Deste modo, o período desde a imersão da máquina em água fervendo até quando as 13 das 25 hastes sofreram deslocamento foi considerado como o tempo para cozimento da amostra.

A decisão da utilização da queda do décimo terceiro pino como medida equivalente ao tempo de cozimento da amostra de soja, deve-se a estudos e pesquisas realizadas com o fim de verificar a melhor maneira de se chegar a dados de cozimento mais próximos do real, tornando-se uma medida efetivamente confiável e passível de comparações entre estudos. Neste sentido, Ribeiro *et al.* (2007) destaca a importância de se adotar um critério coerente que não subestime ou superestime o tempo de cozimento e que seja representativo do padrão de cocção ideal para o consumo. Uma vez que há uma maior variabilidade para tempo de queda dos primeiros e dos últimos pinos, o que ocasiona uma menor precisão experimental, o que sugere que valores extremos podem ser desconsiderados, devido a maior heterogeneidade entre as repetições por causa da presença de grãos com cocção muito rápida ou extremamente lenta, respectivamente. Além disso, a utilização do tempo de queda de poucos pinos, não constitui uma amostra representativa e o uso do tempo de todos os pinos, o que poderia descaracterizar o tempo de cozimento, pelo excesso de cocção de alguns grãos.

Deste modo, Ribeiro *et al.* (2007) conclui que a utilização do tempo médio de queda dos treze primeiros pinos do cozedor de Mattson de 25 pinos confere maior precisão experimental na avaliação do cozimento de grãos, possibilitando uma melhor discriminação entre as cultivares, em relação ao tempo de queda individual dos pinos e por isso deve ser considerado como critério a ser adotado. avaliação do cozimento dos grãos de feijão, por isso é proposto como um padrão a ser adotado.

Essa padronização do método de avaliação de cozimento de grãos torna-se necessária para que seja possível tanto a comparação dos resultados, como a rápida identificação de germoplasma com tempo de cocção reduzido.

Os testes preliminares revelaram que havia um erro na medição no início de cada dia na determinação do tempo cozimento pela máquina modificada de Mattson. A máquina fria, quando colocada na água fervendo, perdia 3 a 4° C. Para evitar esta inconveniência, a máquina foi aquecida previamente em banho-maria, sem as sementes, e após o aquecimento foi abastecida com os grãos a serem avaliados. O banho-maria foi sendo repostado com água fervendo sempre que necessário por causa da perda de água a partir da evaporação. A temperatura de água durante as medidas permaneceu em torno de 98°C.

Os dados foram submetidos a análise de variação (ANOVA) individual e depois à análise de variância conjunta, todas através do programa Genes (CRUZ, 2005), considerando que o genótipo era um efeito fixo e os ambientes efeitos aleatórios. Para calcular o coeficiente de determinação genotípica (B), utilizou-se a razão entre os coeficientes da variação genotípica, coeficiente da variação local e coeficiente da variação ambiental, visto que se considerou os genótipos como fator fixo. A comparação entre médias foi realizada empregando o critério proposto por Scott e Knott (1974), usando o programa de computador Genes (CRUZ, 2005), como instrumentos para verificar diferenças significativas entre as médias. Também foram realizadas análises de correlações de Pearson. Os dados foram submetidos também a uma análise de regressão bissegmentada usando o programa Genes (CRUZ, 2005).

Durante o período em que o ensaio permaneceu no campo foram coletados os dados climáticos, durante o período de interesse entre julho a outubro, referente aos anos de 2003 e 2004 (Tabela 1). Nessa tabela constam verificações de precipitação (mm) e temperatura (°C) em sub-períodos de 10 dias.

**Tabela 1** – Dados de temperatura média (T) em graus Celsius (°C) e pluviosidade (P) em milímetros (mm), das cidades de Rosemount, Morris e Becher no Estado de Minnesota, EUA nos anos de 2003 e 2004.

Mês	Período	Rosemount				Morris				Becher			
		2003		2004		2003		2004		2003		2004	
		T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P
Julho	(1-10)	22,7	49,3	20,7	40,6	23,6	90,7	20,3	41,7	23,3	37	20,3	23,9
	(11-20)	20,8	47,5	21,8	33,0	21,1	14,2	22,7	1,8	22,0	90	24,2	34,0
	(21-31)	22,2	3,6	20,3	16,5	22,2	20,6	19,4	30,0	21,4	10	21,4	19,3
Agosto	(1-10)	21,4	25,7	20,9	7,6	21,4	5,3	18,1	18,3	22,0	8,6	21,1	17,5
	(11-20)	23,8	19,3	16,0	21,8	25,5	6,9	14,4	6,9	24,4	1,8	16,1	5,3
	(21-31)	23,1	11,4	18,1	10,7	19,7	5,6	15,6	28	20,8	0	17,5	61,5
Setembro	(1-10)	20,0	0	20,3	59,2	21,4	16,5	18,8	12,5	20,0	2	20,0	65,5
	(11-20)	17,0	46,0	19,3	104	16,7	46,5	17,5	71,9	17,0	72	20,0	41,9
	(21-30)	12,2	6,4	16,7	6,9	11,4	10,9	16,4	67,6	12,7	2,8	16,7	64,0
Outubro	(1-10)	13,1	0,5	11,4	19,6	13,6	0	13,9	35,6	12,0	0	12,0	19,8
	(11-20)	13,1	13,0	6,4	8,9	13,8	13	9,8	4,1	11,6	11	9,2	10,9
	(21-31)	13,6	6,1	9,90	32,5	10,2	11,4	11,4	17,8	10,8	0,6	12,2	48,8

Existem regiões mais adequadas do que outras para a produção de sementes de soja de melhor qualidade fisiológica, sendo constatados comportamentos diferenciados para cada cultivar. Modificações no conteúdo químico das sementes de soja de diferentes origens, especificamente na composição protéica, estão relacionadas à sua característica hidrofílica. A afinidade desses componentes com a água pode determinar o grau de ocorrência dos danos por embebição, acelerando ou retardando o processo de absorção de água pela semente (TOLEDO, 2008).

## 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo (GOMES, 1991; FALCONER, 1989), quocientes obtidos da relação entre maior e o menor quadrado médio do resíduo da análise de variância individual (Tabela 2) dos caracteres avaliados deve ser menor que sete para se ter um nível adequado da precisão experimental entre os ambientes. Dentre os caracteres avaliados, apenas porcentagem de sementes duras ultrapassou 7, no local Becker, no ano de 2004. Assim, este local apresenta-se como um ambiente com problemas na seleção de genótipos, podendo ser consequência de variações climáticas indesejáveis durante o experimento. Como esse carácter esteve em torno de 7 e os outros abaixo foi possível analisar os dados a partir da análise de variância conjunta.

**Tabela 2** – Resumo das ANOVAS individuais, indicando a significância para a fonte de variação “genótipos”, realizada em 3 locais e por 2 anos para 5 variáveis

	QM						Relação QM erro
	2003			2004			
	Rosemount	Morris	Becker	Rosemount	Morris	Becker	
<b>MS</b>	**	**	**	**	**	**	2.87
<b>MSE</b>	**	**	**	**	**	**	3.18
<b>EMB</b>	**	**	ns	**	**	**	4.74 +
<b>TC</b>	**	**	**	**	**	**	4.45
<b>SD</b>	**	**	**	**	**	ns	7.78

MS: massa de sementes (g/100 sementes),

MSE: massa de sementes embebidas (g/100 sementes).

\*, \*\*: significativo a 5% e 1% pelo teste F respectivamente.

+: Sem considerar Becker em 2004, onde a maioria das embebições ficou próxima de zero.

TC: tempo de cozimento (minutos)

SD: semente dura (%)

EMB: embebição (%)

ns: dados não significativos

Na análise de variância conjunta (Tabela 3), para a fonte de variação Genótipos (G), os resultados apresentaram valores altamente significativos ( $P < 0,01$ ) para os caracteres MS, MSE e TC e apresentou valor significativo ( $P < 0,05$ ) para o carácter SD. Isso indica a existência de variabilidade entre os genótipos testados.

Para as fontes de variação Ano (A) e Local (L) considerados isoladamente não houve diferenças significativas, indicando que para obter um resultado confiável do experimento científico, deverá ser ponderada a interação desses dois fatores, considerando então um ambiente a partir da interação entre eles.

**Tabela 3** – Análise de Variância conjunta, coeficiente de variação e coeficiente de determinação genotípica (B) de cinco caracteres avaliados. Rosemount, Morris e Becher. Anos agrícolas de 2003 e 2004

FV	GL	QM				
		MS (g)	MSE (g)	EMB(%)	TC (min)	SD (%)
Genót. (G)	29	**	**	Ns	**	*
Anos (A)	1	ns	ns	Ns	ns	ns
Locais (L)	2	ns	ns	Ns	ns	ns
G x A	29	ns	ns	**	ns	**
G x L	58	*	*	Ns	ns	ns
A x L	2	**	**	**	**	**
G x A x L	58	**	**	**	**	**
Resíduo	348	0.53	5.63	123.25	7290.59	0.23
B		5.49	3.71	0.49	1.01	1.08
Média		15.09	35.00	132.29	31.79	2.05
CV(%)		4.81	6.62	8.39	10.97	23.28

MS: massa de sementes (g/100 sementes)

MSE: massa de sementes embebidas (g/100 sementes)

EMB: embebição (%)

\*\* : significativo até 1% pelo teste F

TC: tempo de cozimento (minutos)

SD: semente dura (%)

\*: significativo a 5% pelo teste F

ns: não significativos

A interação Genótipo x Ano (G x A) apresentou diferença significativa para o carácter SD e EMB, nos demais não foi significativo. A significância da interação indica que os genótipos estudados apresentam comportamentos diferenciados para o carácter SD e EMB em cada ano. Já para as outras características não teve efeito do ano em relação aos genótipos.

Analisando a interação Ano x Local (A x L) foi significativa para todos os caracteres avaliados. Demonstrando que ocorreram diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) para as características estudadas, indicando que a interação entre anos e

locais. A interação Genótipo x Ano x Local (G x A x L) foi altamente significativa ( $P < 0,01$ ) para todos os caracteres avaliados, indicando que os genótipos estudados apresentaram comportamentos diferenciados para os caracteres avaliados em relação aos anos e locais.

**Tabela 4** – Comparação das médias de massa de cem sementes dos genótipos em relação a cada ambiente, que é formado por 2 anos e 3 locais.

Nº	Genótipos	Massa de cem Sementes (g)						Médias
		2003			2004			
		Rosemount	Morris	Becker	Rosemount	Morris	Becker	
1	DANATTO	07,7Bc	07,6Bc	10,8Ca	08,5Dc	08,9Bc	09,5Cb	8,83
2	KATO	16,0Ae	13,9Af	26,3Aa	18,0Ad	19,6Ac	20,9Ab	19,12
3	LAMBERT	12,0Ac	11,3Ac	19,4Aa	14,0Bb	13,7Ab	14,7Bb	14,18
4	MINNATTO	07,6Bd	07,5Bd	11,9Ca	07,5Dd	09,1Bc	09,8Cb	8,90
5	MN0201	11,6Ac	10,4Bd	17,9Ba	12,4Cb	13,5Ab	13,2Bb	13,17
6	MN0302	12,1Ac	12,7Ac	17,9Ba	11,9Cc	13,3Ab	13,9Bb	13,63
7	MN1302	14,2Ac	13,8Ac	23,9Aa	14,9Bc	17,1Ab	18,0Ab	16,98
8	PARKER	11,9Ad	12,4Ad	21,9Aa	14,4Bc	14,5Ac	17,6Ab	15,45
9	PROTO	14,1Ac	12,9Ad	23,4Aa	14,9Bc	16,6Ab	17,2Ab	16,52
10	SURGE	15,1Ad	14,7Ad	23,8Aa	15,5Bd	16,9Ac	19,2Ab	17,53
11	MN0601SP	09,4Bc	08,2Bd	15,0Ba	09,4Dc	10,9Bb	11,3Cb	10,70
12	MN0803SP	08,2Bc	07,5Bc	12,8Ca	08,9Db	08,6Bb	09,8Cb	9,30
13	MN0903SP	14,5Ac	13,1Ad	22,7Aa	14,8Bc	17,0Ab	16,9Ab	16,50
14	MN1003SP	14,0Ac	12,9Ad	21,7Aa	15,0Bc	16,4Ab	17,2Ab	16,20
15	MN1004SP	12,1Ad	11,7Ad	21,4Aa	13,7Bc	14,4Ac	15,9Ab	14,87
16	MN1007SP	06,5Bd	05,9Bd	10,4Ca	07,1Dc	08,0Bc	08,9Cb	7,80
17	MN1101SP	16,5Ad	17,4Ad	28,5Aa	19,2Ac	19,3Ac	22,2Ab	20,52
18	MN1102SP	14,8Ac	15,7Ac	25,7Aa	17,9Ab	18,9Ab	18,5Ab	18,58
19	MN1103SP	13,5Ad	14,9Ac	22,3Aa	14,9Bc	15,6Ac	17,6Ab	16,47
20	MN1201SP	17,1Ad	17,4Ad	28,1Aa	19,0Ac	20,1Ac	21,4Ab	20,52
21	MN1305SP	17,1Ad	17,1Ad	29,2Aa	19,9Ac	20,9Ac	23,1Ab	21,22
22	MN1306SP	05,4Bb	05,6Bb	07,3Ca	06,6Da	05,6Bb	06,9Ca	6,23
23	M96-422032	15,4Ad	16,5Ac	24,0Aa	17,4Ac	17,3Ac	19,9Ab	18,42
24	M96-452075	15,5Ad	18,1Ac	27,6Aa	18,7Ac	19,2Ac	23,2Ab	20,38
25	M97-205034	13,4Ac	13,2Ac	20,7Aa	14,0Bc	14,1Ac	15,2Bb	15,10
26	91M10	13,9Ad	14,0Ad	21,0Aa	15,8Bc	15,6Ac	17,4Ab	16,28
27	Altapro	10,4Bc	10,2Bc	17,2Ba	11,7Cb	12,3Bb	12,9Bb	12,45
28	Minnpro	13,9Ad	13,0Ad	22,8Aa	16,5Bc	18,2Ab	18,9Ab	17,22
29	Toyopro	11,6Ac	11,3Ac	18,8Aa	12,3Cc	13,9Ab	14,5Bb	13,73
30	EVANS	13,4Ac	11,4Ad	21,6Aa	13,2Bc	14,4Ab	14,9Bb	14,82
<b>MÉDIA</b>		12,66	12,45	20,57	13,97	14,83	16,05	15,09
<b>C.V. %</b>		4,43	7,63	4,04	4,48	3,86	4,52	4,83

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Nas Tabelas (4, 5, 6 e 7) estão apresentadas as médias dos genótipos para os caracteres estudados em cada ambiente, afim de verificar a variabilidade existente entre eles.

Analisando a característica MS (Tabela 4) que diz respeito a massa de cem sementes antes da embebição, pode-se verificar que os genótipos MN1305SP, MN1201SP, MN1101SP, M96-452075, KATO e M96-422032 apresentaram as maiores médias dentro dos ambientes, com variações acima da

diferença mínima significativa (DMS) na linha, assim esses genótipos foram considerados grãos grandes.

O genótipo MN1306SP apresentou a menor média entre os genótipos e nos ambientes. Esses grãos são classificados como pequenos.

Essa característica é muito importante para soja tipo alimento, em função de que o “natto” e os brotos são produzidos a partir de soja de com grãos de tamanho pequeno (< 10 g). Também apresentou média baixa, ou seja, grãos pequenos o genótipo MN1007SP que manteve a característica de baixa média nos ambientes testados, havendo pequena alteração significativa na interação com anos e locais, podendo assim ser pré-selecionados.

**Tabela 5** – Comparação das médias de massa de cem sementes embebidas dos genótipos em relação a cada ambiente, que é formado por 2 anos e 3 locais

Nº	Genótipos	Massa de cem Sementes Embebidas (g)						Médias
		2003			2004			
		Rosemount	Morris	Becker	Rosemount	Morris	Becker	
1	DANATTO	18,2Fb	18,6 Eb	24,3Ja	21,1Fb	21,0Eb	23,2Ga	21,07
2	KATO	32,8Cd	25,4Ce	60,2Ca	41,8Bc	44,3Ac	49,9Bb	42,40
3	LAMBERT	28,4Dc	19,7Dd	46,0Ea	34,5Db	32,7Cb	36,6Eb	32,98
4	MINNATTO	18,7Fb	18,1Eb	27,2Ja	19,0Gb	21,9Eb	23,8Ga	21,45
5	MN0201	28,4Dc	24,4Dd	42,3Fa	31,3Db	32,6Cb	33,7Fb	32,12
6	MN0302	29,0Dc	25,6Cc	43,5Fa	29,6Ec	32,1Cb	34,7Fb	32,42
7	MN1302	27,9Dd	20,1De	58,2Ca	37,6Cc	42,7Bb	45,3Cb	38,63
8	PARKER	22,3Ed	20,7Dd	51,6Da	34,3Dc	35,0Cc	42,5Db	34,40
9	PROTO	34,0Bd	28,9Ce	54,5Da	37,1Cc	40,2Bb	42,4Db	39,52
10	SURGE	35,6Bc	26,7Cd	53,1Da	38,1Cc	40,3Bc	46,2Cb	40,00
11	MN0601SP	22,8Ec	19,6Dc	35,8Ha	22,6Fc	26,3Db	27,2Gb	25,72
12	MN0803SP	20,9Eb	18,5Eb	31,4Ia	22,1Fb	21,8Eb	23,8Gb	23,08
13	MN0903SP	34,9Bc	26,3Cd	54,6Da	35,4Dc	41,1Bb	42,5Db	39,13
14	MN1003SP	30,1Dd	22,4De	51,9Da	35,3Dc	39,9Bb	42,9Db	37,08
15	MN1004SP	29,2Dd	21,8De	50,8Da	33,5Dc	34,9Cc	40,7Db	35,15
16	MN1007SP	16,7Fb	15,4Eb	23,6Ja	18,0Gb	19,5Eb	21,9Ga	19,18
17	MN1101SP	40,4Ad	39,7Ad	68,3Aa	45,2Ac	46,4Ac	53,7Ab	48,95
18	MN1102SP	33,2Cc	28,8Cd	62,7Ba	42,8Bb	45,8Ab	46,1Cb	43,23
19	MN1103SP	25,3Ee	20,8Df	48,8Ea	33,2Dd	36,5Cc	43,4Db	34,67
20	MN1201SP	40,5Ae	32,7Bf	62,4Ba	45,9Ad	49,6Ac	54,1Ab	47,53
21	MN1305SP	31,9Cd	33,9Bd	68,5Aa	46,0Ac	47,2Ac	54,7Ab	47,03
22	MN1306SP	13,0Ga	14,9Ea	17,1Ka	15,7Ga	14,0Fa	16,6Ha	15,22
23	M96-422032	36,4Bd	35,3Bd	55,7Da	41,0Bc	39,5Bc	46,7Cb	42,43
24	M96-452075	30,5Dd	32,8Bd	62,8Ba	44,5Ac	44,2Ac	55,3Ab	45,02
25	M97-205034	32,5Cc	31,6Bc	46,3Ea	34,4Dc	33,2Cc	37,0Eb	35,83
26	91M10	31,8Cd	32,8Bd	48,8Ea	37,7Cc	37,2Cc	41,6Db	38,32
27	Altapro	20,8Ec	20,7Dc	40,5Ga	27,1Eb	28,5Db	31,0Fb	28,10
28	Minnpro	32,7Cd	28,5Ce	53,4Da	40,0Bc	43,1Bb	45,8Cb	40,58
29	Toyopro	28,9Dc	27,6Cc	46,4Ea	29,9Ec	34,0Cb	35,8Eb	33,77
30	EVANS	28,7Dc	19,2Dd	53,0Da	32,3Dc	35,3Cb	36,5Eb	34,17
<b>MÉDIA</b>		<b>28,59</b>	<b>25,07</b>	<b>48,15</b>	<b>33,59</b>	<b>35,39</b>	<b>39,22</b>	<b>35,00</b>
<b>C.V. %</b>		<b>6,35</b>	<b>12,91</b>	<b>5,73</b>	<b>5,81</b>	<b>5,40</b>	<b>4,65</b>	<b>6,81</b>

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Os valores obtidos com a avaliação da característica massa de cem sementes após a embebição (MSE), Tabela 5, demonstram que os genótipos que sobressaíram para essa característica obtiveram o mesmo desempenho da característica de massa de cem sementes. Destacando os genótipos MN1305SP, MN1201SP, MN1101SP, M96-452075, KATO e M96-422032 que apresentaram as maiores médias dentro dos ambientes, e o genótipo MN1306SP apresentou a menor média entre os genótipos e nos ambientes.

Com relação a característica percentagem de sementes duras (Tabela 6) que é um dado importante, pois o interessante é obter genótipos com baixa ou zero percentagem de sementes duras mesmo em condições adversas de clima.

**Tabela 6** – Comparação das médias para percentagem de tegumento duro (SD) dos genótipos em cada ambiente, que é formado por 2 anos e 3 locais

Nº	Genótipos	Semente Dura (%)						Médias
		2003			2004			
		Rosemount	Morris	Becker	Rosemount	Morris	Becker	
1	DANATTO	0,0Fa	0,6Ha	0,3Aa	0,3Da	0,0Ba	0,0Aa	0,20
2	KATO	26,1Cb	47,8Ca	0,3Ad	8,2Ac	0,9Bd	0,3Ad	13,93
3	LAMBERT	15,1Db	49,9Ba	0,3Ac	0,9Dc	0,6Bc	0,0Ac	11,13
4	MINNATTO	3,9Eb	11,3Ea	0,3Ac	3,0Cb	1,3Bc	0,0Ac	3,30
5	MN0201	3,6Ea	3,3Ga	0,0Ab	1,4Cb	0,7Bb	0,3Ab	1,55
6	MN0302	4,4Eb	20,1Ea	0,3Ac	0,7Dc	0,3Bc	0,0Ac	4,30
7	MN1302	38,4Ab	73,3Aa	0,0Ad	3,7Bc	0,0Bd	0,0Ad	19,23
8	PARKER	38,2Ab	57,1Aa	0,3Ad	8,4Ac	0,3Bd	0,0Ad	17,38
9	PROTO	0,9Fb	6,9Fa	0,0Ab	0,0Db	0,0Bb	0,0Ab	1,30
10	SURGE	5,5Eb	31,4Ca	0,3Ac	1,2Cc	0,0Bc	0,0Ac	6,40
11	MN0601SP	1,0Fa	0,5Ha	0,0Aa	0,0Da	0,5Ba	0,0Aa	0,33
12	MN0803SP	5,2Eb	12,9Ea	0,3Ac	0,6Dc	1,1Bc	0,5Ac	3,43
13	MN0903SP	1,3Fb	26,3Da	0,0Ab	2,3Cb	0,6Bb	0,3Ab	5,13
14	MN1003SP	20,7Cb	47,8Ba	0,0Ad	3,8Bc	1,1Bd	0,5Ad	12,32
15	MN1004SP	7,4Eb	49,1Ba	1,3Ac	0,0Dc	1,3Bc	0,0Ac	9,85
16	MN1007SP	2,0Fb	5,3Fa	1,9Ab	0,5Dc	0,6Bc	0,0Ac	1,72
17	MN1101SP	3,7Ea	6,2Fa	0,0Ab	0,9Db	0,0Bb	0,0Ab	1,80
18	MN1102SP	16,5Db	39,9Ba	0,0Ad	2,2Cc	0,3Bd	0,0Ad	9,82
19	MN1103SP	39,5Ab	75,2Aa	4,0Ad	12,7Ac	6,2Ad	1,5Ae	23,18
20	MN1201SP	2,7Eb	33,1Ca	0,9Ac	1,6Cb	0,0Bc	0,3Ac	6,43
21	MN1305SP	41,0Ab	35,1Ba	1,3Ac	2,7Cc	2,3Ac	0,0Ad	13,73
22	MN1306SP	0,0Fa	0,0Ha	0,0Aa	0,3Da	0,3Ba	0,0Aa	0,10
23	M96-422032	3,0Eb	15,1Fa	0,0Ac	0,3Dc	0,3Bc	0,0Ac	3,12
24	M96-452075	32,5Bb	46,2Ca	0,0Ad	1,9Cc	3,5Ac	0,0Ad	14,02
25	M97-205034	4,7Ea	6,5Fa	0,0Ab	0,0Db	0,0Bb	0,3Ab	1,92
26	91M10	1,5Fb	6,7Fa	0,0Ab	0,5Db	0,0Bb	0,0Ab	1,45
27	Altapro	33,5Bb	33,4Ca	0,3Ad	4,2Bc	2,4Ac	0,3Ad	12,35
28	Minpro	6,9Eb	18,0Da	0,0Ac	0,5Dc	0,3Bc	0,0Ac	4,28
29	Toyopro	3,3Ea	3,5Ga	0,0Ab	0,0Db	0,0Bb	0,0Ab	1,13
30	EVANS	24,0Cb	53,7Ba	0,6Ac	2,2Cc	0,6Bc	0,0Ac	13,52
	<b>MÉDIA</b>	12,90	27,20	0,40	2,20	0,90	0,10	7,28
	<b>C.V. %</b>	20,10	19,50	29,80	35,40	36,60	30,90	28,72

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Diante disso, os genótipos que apresentaram menores índices de sementes duras foram DANATTO, MN0601SP, PROTO, MN1306SP e TOYOPRO. Esses materiais obtiveram índices iguais ou próximos de zero. Outros genótipos que apresentaram índices considerados baixos e que tiveram tempo de cozimento baixo em relação aos genótipos avaliados, como o MN1101SP e o MN0201, configuraram-se como bons para soja tipo alimento.

O tegumento duro da semente pode ser um fator que dificulta a embebição das sementes realizada antes do cozimento, com isso os genótipos com grandes quantidades de sementes com tegumento duro, apresentam um fator limitante do processo de cozimento.

**Tabela 7** – Comparação das médias para porcentagem de embebição dos genótipos em relação a cada ambiente, que é formado por 2 anos e 3 locais.

Nº	Genótipos	Embebição (%)						Médias
		2003			2004			
		Rosemount	Morris	Becker	Rosemount	Morris	Becker	
1	DANATTO	135,3	143,5	125,9	147,6	135,0	142,8	138,35
2	KATO	105,1	83,1	128,6	132,5	126,6	138,7	119,10
3	LAMBERT	136,6	74,3	137,7	145,3	137,7	149,2	130,13
4	MINNATTO	146,0	140,6	129,0	152,1	138,9	141,6	141,37
5	MN0201	144,1	132,7	136,0	151,4	141,5	155,9	143,60
6	MN0302	139,1	98,2	143,5	147,4	140,7	149,0	136,32
7	MN1302	95,5	45,3	143,6	152,0	148,5	150,7	122,60
8	PARKER	87,3	66,8	136,4	137,9	141,1	141,6	118,52
9	PROTO	140,6	122,8	132,7	147,9	142,0	145,6	138,60
10	SURGE	136,0	78,9	122,2	145,0	138,4	139,9	126,73
11	MN0601SP	142,4	139,5	138,8	138,8	141,6	139,6	140,12
12	MN0803SP	154,0	145,1	145,3	148,4	152,1	143,2	148,02
13	MN0903SP	140,6	101,2	140,1	138,6	140,8	151,8	135,52
14	MN1003SP	115,0	73,7	138,9	135,4	143,5	149,8	126,05
15	MN1004SP	139,9	84,1	137,0	144,3	142,7	156,4	134,07
16	MN1007SP	156,1	159,4	130,9	154,6	142,9	145,9	148,30
17	MN1101SP	145,0	127,3	139,6	135,1	140,0	141,5	138,08
18	MN1102SP	123,7	82,2	143,9	139,2	141,8	148,5	129,88
19	MN1103SP	88,2	39,5	117,8	122,9	134,1	145,9	108,07
20	MN1201SP	137,2	86,5	122,5	140,4	146,4	152,7	130,95
21	MN1305SP	86,0	95,6	134,6	130,4	125,4	136,9	118,15
22	MN1306SP	141,4	162,9	135,1	138,9	148,2	140,4	144,48
23	M96-422032	136,4	113,1	131,6	135,8	128,3	134,8	130,00
24	M96-452075	96,7	81,4	127,5	137,6	129,7	138,0	118,48
25	M97-205034	141,7	138,3	123,8	145,0	135,7	143,8	138,05
26	91M10	130,7	133,0	131,9	137,6	138,2	138,6	135,00
27	Altapro	100,6	101,8	135,4	131,7	130,6	139,7	123,30
28	Minnpro	134,1	117,7	134,1	141,7	136,8	142,3	134,45
29	Toyopro	149,7	142,7	146,3	142,4	144,5	147,0	145,43
30	EVANS	113,9	69,4	144,7	143,8	145,4	145,0	127,03
	<b>MÉDIA</b>	128,0	106,0	134,5	141,4	139,3	144,6	132,30
	<b>C.V. %</b>	8,0	16,0	10,8	5,5	5,6	2,4	8,05

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A partir da análise dos resultados obtidos para porcentagem de embebição (Tabela 7), foi possível verificar que o genótipo MN1007SP apresentou a maior média de porcentagem de embebição dentre todos os genótipos avaliados, o que significa que esta foi a linhagem que absorveu a maior quantidade de água.

Ainda sobre a análise dos resultados para porcentagem de embebição das sementes de soja, o genótipo MN1305SP foi aquele que apresentou a menor média de porcentagem de embebição de água, demonstrando que, na média de todos os locais analisados, durante dois anos, esse genótipo foi o que menos absorveu água.

**Tabela 8** – Comparação das médias para tempo de cozimento dos genótipos em relação a cada ambiente, que é formado por 2 anos e 3 locais

Nº	Genótipos	Tempo de Cozimento (minutos)						Médias
		2003			2004			
		Rosemount	Morris	Becker	Rosemount	Morris	Becker	
1	DANATTO	26,2Bc	50,5Ba	32,9Cb	35,8Ab	32,2Bb	27,3Cc	34,15
2	KATO	27,8Bb	30,0Eb	35,1Ba	28,1Cb	28,4Cb	25,3Db	29,12
3	LAMBERT	28,8Ac	34,3Eb	35,8Bb	41,7Aa	36,9Ab	29,4Cc	34,48
4	MINNATTO	26,9Bd	60,0Aa	43,9Ab	36,7Ac	34,0Bc	36,6Ac	39,68
5	MN0201	27,1Ba	30,7Ea	31,6Ca	26,8Ca	20,5Db	18,1Db	25,80
6	MN0302	27,3Bb	31,0Eb	33,6Ca	37,3Aa	30,3Bb	24,8Db	30,72
7	MN1302	23,6Bb	36,7Da	32,0Ca	30,4Ba	32,6Ba	24,6Db	29,98
8	PARKER	25,7Bc	37,3Da	34,2Ca	38,9Aa	39,9Aa	31,6Bb	34,60
9	PROTO	34,3Aa	36,5Da	37,8Ba	37,2Aa	30,7Bb	30,5Cb	34,50
10	SURGE	33,3Aa	35,6Da	41,0Aa	36,3Aa	34,6Ba	37,6Aa	36,40
11	MN0601SP	33,4Aa	31,2Eb	37,5Ba	36,7Aa	28,2Cb	28,4Cb	32,57
12	MN0803SP	21,4Bc	35,2Da	27,6Db	27,7Cb	23,3Dc	19,9Dc	25,85
13	MN0903SP	27,5Ba	31,0Ea	31,2Ca	32,6Ba	26,1Ca	28,2Ca	29,43
14	MN1003SP	32,1Aa	33,9Ea	36,1Ba	30,3Bb	28,6Cb	28,5Cb	31,58
15	MN1004SP	28,8Ab	39,5Da	30,7Cb	28,6Bb	27,2Cb	24,4Db	29,87
16	MN1007SP	28,9Ac	44,1Ca	36,1Bb	37,9Ab	33,6Bc	38,3Ab	36,48
17	MN1101SP	27,0Ba	28,1Ea	26,9Da	25,5Ca	19,7Db	21,2Db	24,73
18	MN1102SP	26,4Ba	28,9Ea	29,2Ca	22,4Cb	20,4Db	26,1Ca	25,57
19	MN1103SP	27,2Bb	34,3Ea	25,1Db	32,2Ba	27,5Cb	24,3Db	28,43
20	MN1201SP	25,9Bb	30,3Ea	24,0Db	24,7Cb	19,8Db	21,9Db	24,43
21	MN1305SP	28,7Ab	37,9Da	35,8Ba	39,1Aa	36,0Aa	36,1Aa	35,60
22	MN1306SP	23,5Bc	39,7Da	30,4Cb	29,6Bb	25,6Cc	22,4Dc	28,53
23	M96-422032	32,1Ab	43,0Ca	35,9Bb	31,5Bb	39,7Aa	30,0Cb	35,37
24	M96-452075	30,6Ab	37,6Da	32,9Cb	32,3Bb	29,8Cb	28,8Cb	32,00
25	M97-205034	30,0Ac	32,4Ec	44,3Aa	30,3Bc	38,2Ab	28,8Cc	34,00
26	91M10	29,1Ab	39,4Da	31,8Cb	35,5Aa	36,9Aa	28,1Cb	33,47
27	Altapro	25,2Bb	35,6Da	32,9Ca	35,6Aa	32,3Ba	29,0Cb	31,77
28	Minnpro	32,3Ab	38,0Da	37,9Ba	32,1Bb	30,5Bb	32,5Bb	33,88
29	Toyopro	30,6Ab	31,9Eb	40,4Aa	37,7Aa	36,9Aa	36,4Aa	35,65
30	EVANS	31,2Ab	40,7Da	37,1Ba	34,8Aa	29,1Cb	28,2Cb	33,52
<b>MÉDIA</b>		28,47	36,56	34,10	32,92	30,36	28,29	31,78
<b>C.V. %</b>		8,39	13,79	8,40	11,76	9,74	11,08	10,53

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação à característica tempo de cozimento, os genótipos variaram no geral de 18,13 a 60,08 minutos (Tabela 8), e variaram de 21,47 a 34,35 minutos (Rosemount/2003), de 28,17 a 60,08 minutos (Morris/2003), de 24,08 a

44,37 minutos (Becker/2003), de 22,48 a 41,73 minutos (Rosemount/2004), de 19,72 a 38,25 minutos (Morris/2004) e de 18,13 a 38,37 minutos (Becker/2004). Dessa forma, fica evidente a variabilidade entre os genótipos para o caracter tempo de cozimento.

Dentro dessa análise, os genótipos que apresentaram maior tempo de cozimento em cada local, foram o PROTO com 34,35 minutos (Rosemount/2003), o genótipo MINNATTO com 60,08 (Morris/2003), o genótipo M97-205034 com 44,37 minutos (Becker/2003), o genótipo LAMBERT com 41,73 minutos (Rosemount/2004), o genótipo M97-205034 com 38,25 minutos (Morris/2004) e o genótipo MN1007SP com 38,37 minutos (Becker/2004). Na média dos anos e dos ambientes, os genótipos que se destacaram apresentando baixo tempo de cozimento foram o MN1201SP e o MN1101SP.

Dos 30 genótipos avaliados, apenas dois não apresentaram diferença significativa com relação aos ambientes testados. O genótipo SURGE variou de 33,33 a 41,00 minutos e o MN0903SP que variou de 26,12 a 31,62 minutos. Para soja tipo alimento é desejável um menor tempo de cozimento, pois há um menor gasto de energia e também uma economia de tempo, além de estabilidade nos ambientes.

Em estudos, Destro *et al.* (2003) encontraram um tempo de cozimento de 26 a 170 minutos em linhagens puras de soja tipo alimento brasileiras. Já para linhagens puras oriundas de cruzamentos entre soja tipo grão e soja tipo alimento, o tempo de cozimento variou de 63 a 124 minutos.

Analisando a condição do feijão, Costa *et al.* (2001) esclarecem que o tempo de cozimento é fator fundamental para a aceitação de um cultivar de feijão pelos consumidores, pois a disponibilidade para o preparo das refeições é, muitas vezes, restrita. Ainda, o tempo prolongado de cozimento não estimula o consumidor, devido à conveniência, o custo e ao valor nutritivo (URGA *et al.*, 2006). Seguindo o mesmo princípio Bertoldo *et al.* (2008) corroboram com as características que atraem os consumidores a apreciar o feijão ressaltando a importância do reduzido tempo de cozimento.

De acordo com os cultivares de feijão do Iapar (2009), os tempos de cozimento médio estão próximos de 27 minutos, e para difundir os cultivares de soja com o mesmo propósito, o tempo de cozimento deve ser próximo ao encontrado em cultivares de feijão. Nesse estudo foram identificados genótipos com tempos de

cozimento próximos a valores encontrados em feijão, demonstrando que existe variabilidade para essa característica e a seleção pode ser realizada visando atender as exigências e favorecer o consumo humano.

Na Tabela 9 verifica-se correlação (fenotípica) positiva e significativa entre as variáveis MS e MSE, MS e SD e entre MSE e SD, isso significa que quanto maior for o tamanho das sementes, maior será a massa da semente embebida, quanto maior a semente será maior a quantidade de sementes duras, e quanto maior a massa da semente embebida, maior será a quantidade de sementes duras. Em relação as correlações significativas e negativas, ocorreram entre MS e EMB, MSE e EMB, EMB e entre SD, demonstrando assim que quanto maior a massa de cem sementes menor será a embebição, quanto maior foi a massa de cem sementes embebidas, menor foi a porcentagem de embebição, isso mostra que sementes maiores tem menor porcentagem de embebição, e quanto maior a embebição menor será a quantidade de sementes duras.

A característica TC não apresentou correlação significativa com as demais características estudadas. Desta forma, pode-se selecionar genótipos com tempo de cozimento baixo e sem sementes duras de maneira que a seleção para uma característica não interfere na seleção da outra.

**Tabela 9** – Correlações Fenotípica e Genotípica para massa de cem sementes (MS), massa de cem sementes embebidas (MSE), tempo de cozimento (TC) e semente dura (SD), para os genótipos em três locais durante os anos de 2003 e 2004.

Características		Características				
		MS	MSE	EMB	TC	SD
MS	r <sub>F</sub>	1	0,9916**	-0,6214**	-0,2116	0,4521**
	r <sub>G</sub>	1	0,9926**	-0,6441**	-0,217	0,4592**
MSE	r <sub>F</sub>		1	-0,5198**	-0,2295	0,3549**
	r <sub>G</sub>		1	-0,5506**	-0,2361	0,3648**
EMB	r <sub>F</sub>			1	0,015	-0,8869**
	r <sub>G</sub>			1	0,0127	-0,9070**
TC	r <sub>F</sub>				1	-0,0997
	r <sub>G</sub>				1	-0,0999
SD	r <sub>F</sub>					1
	r <sub>G</sub>					1

r<sub>F</sub>: Correlação Fenotípica; r<sub>G</sub>: Correlação Genotípica; \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

O tamanho dos grãos é uma característica importante na seleção de materiais para o consumo humano, pois dependendo do alimento a ser produzido são recomendados grãos de tamanhos diferentes. Uma característica de importância para soja tipo alimento é o tempo de cozimento, procurando por genótipos com reduzido tempo de cozimento aliado a baixa porcentagem de sementes duras. Sendo assim, os genótipos como MN0601SP, MN0803SP, DANATTO, MN1007SP e o MN1306SP possuem sementes pequenas com reduzido tempo de cozimento e baixa porcentagem de sementes duras.

Os genótipos MN1101SP, MN0201 e o MN1102SP têm sementes grandes, com reduzido tempo de cozimento e baixa porcentagem de sementes duras. Portanto, esses genótipos seriam de interesse na seleção para compor o programa de melhoramento e também para cultivo pelos produtores de soja, visto que eles apresentaram características desejáveis para soja tipo alimento.

A Tabela 10 refere-se a análise bissegmentada dos genótipos quanto a característica tempo de cozimento. Cruz *et al.* (2004) classificaram como genótipo ideal aquele que apresenta tempo de cozimento reduzido ( $B_0$ ), seja pouco responsivo em ambientes desfavoráveis ( $B_1 < 1$ ), e responsivo em ambientes favoráveis ( $B_1 + B_2 > 1$ ).

A interpretação descrita por Cruz, foca a variável rendimento de grãos, porém em se tratando de tempo de cozimento, espera-se que o genótipo ideal possua valores de  $B_1$  e  $B_1 + B_2$  inferiores a 1 e o mais próximo de zero possível, além disso, mantendo  $B_0$  em valores baixos em ambas as condições de ambientes.

De acordo com os objetivos, os resultados que chamam a atenção com relação ao tempo de cozimento são para os genótipos, MN0201, MN0803SP, MN1101SP, MN1102SP e o MN1201SP, somando esses resultados a locais favoráveis e desfavoráveis, continuaram se destacando o MN1101SP, o MN1102SP e o MN1201SP. Com isso esses genótipos se tornam interessantes para a característica tempo de cozimento nos diferentes locais.

**Tabela 10** – Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para a variável Tempo de Cozimento de 30 genótipos de soja norte-americana, em 6 ambientes no Estado de Minnessotta, nos anos 2003 e 2004. Através do método CRUZ et. al, 1989.

Nº	Genótipos	$B_0^{(1)}$	$F^{(2)}$	$D^{(3)}$	$\beta_1$	$\beta_1 + \beta_2$	$\sigma_{\delta_i}^2^{(4)}$	$R^2$
1	DANATTO	34,21	28,66	39,76	2,06(s)	4,5(s)	3,29**	89,52
2	KATO	29,16	27,22	31,10	0,73	0,14(s)	2,36**	46,83
3	LAMBERT	34,52	31,75	37,29	1,17	-1,83	2,39**	75,20
4	MINNATTO	39,74	32,54	49,94	2,53(s)	6,44(s)	4,72**	91,14
5	MN0201	25,85	21,95	29,75	1,31	0,86	5,07**	58,38
6	MN0302	30,77	27,51	34,02	1,24	-1,64	0,54ns	93,37
7	MN1302	30,03	26,96	33,10	1,29	1,77	2,12**	79,70
8	PARKER	34,64	32,45	36,83	1,05	-0,18	7,28**	37,52
9	PROTO	34,56	31,89	37,22	0,88	-0,25	1,25ns	71,14
10	SURGE	36,44	35,23	37,65	0,39(s)	-0,50	2,22**	24,60
11	MN0601SP	32,62	30,05	35,19	0,82	-1,67	2,41**	63,75
12	MN0803SP	25,90	21,58	30,23	1,57	2,23	0,41ns	96,80
13	MN0903SP	29,46	27,31	31,61	0,69	-0,39	0,65ns	75,19
14	MN1003SP	31,62	29,78	33,46	0,59	0,70	2,08**	44,70
15	MN1004SP	29,91	26,83	32,99	1,09	3,08(s)	0,96ns	91,21
16	MN1007SP	36,55	33,66	39,44	0,98	1,95	4,79**	55,17
17	MN1101SP	24,78	22,67	26,89	0,62(s)	0,69	3,15**	35,96
18	MN1102SP	25,62	24,34	26,90	0,28(s)	1,50	3,57**	30,82
19	MN1103SP	28,47	26,38	30,56	0,77	1,06	3,53**	45,86
20	MN1201SP	24,49	22,59	26,40	0,55(s)	1,70	2,5**	53,23
21	MN1305SP	35,66	33,66	37,65	0,77	-0,16	3,06**	43,47
22	MN1306SP	28,59	23,89	33,29	1,70	2,95(s)	0,35ns	97,89
23	M96-422032	35,43	34,01	36,86	0,73	3,13(s)	3,21**	70,44
24	M96-452075	32,02	29,74	34,29	0,79	1,52	0,3ns	92,58
25	M97-205034	34,06	32,41	35,71	0,81	-0,25	12,4**	17,50
26	91M10	33,50	31,42	35,59	0,95	1,38	3,74**	55,19
27	Altapro	31,80	28,87	34,73	1,15	0,19(s)	1,55*	76,97
28	Minpro	33,93	31,80	36,06	0,68	1,38	1,39ns	67,56
29	Toyopro	35,70	34,69	36,70	0,43(s)	-1,89	2,9**	48,67
30	EVANS	33,54	29,51	37,57	1,38	1,57	0,96ns	90,25
	MÉDIA	31,79	29,05	34,63				

#### 4.6 CONCLUSÃO

Com a existência da amplitude encontrada entre os genótipos de soja testados, quanto ao tempo de cozimento. É possível realizada a seleção para a característica de tempo de cozimento, visando a preferência por materiais com o menor tempo de cozimento.

Os genótipos que demonstraram serem os mais promissores para salada, aperitivos e “toffu” foram, KATO SURGE MN1101SP MN1201SP MN1305SP M96-422032 M96-452075, somando-se a essa característica, também apresentaram baixo tempo de cozimento o KATO MN1101SP MN1201SP, com isso, o genótipo que agregou também uma pequena porcentagem de sementes duras foi o MN1101SP.

Os genótipos promissores para “natto” e brotos foram, DANATTO MINNATTO MN0803SP MN1007SP MN1306SP por terem apresentado menor tamanho dos grãos, desses genótipos o MN0803SP MN1306SP DANATTO e MN1007SP apresentaram também um baixo tempo de cozimento, e somente o MN0803SP e o MN1306SP tiveram ótimo desempenho por agregarem também uma pequena porcentagem de sementes duras.

O genótipo MN0201 apresentou sementes de tamanho intermediário, mas se destacou com relação ao baixo tempo de cozimento e a pequena porcentagem de sementes duras.

As baixas correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre o tempo de cozimento com as demais características não indicam possibilidade de seleção indireta para o carácter desejado tempo de cozimento. Mas para semente dura, indica seleção indireta a partir de dados como massa de cem sementes e massa de cem sementes embebidas.

As condições ambientais para obtenção dos grãos influenciam nos resultados e na diferenciação entre os genótipos, indicando alta interação Genótipo x Ano x Local para os quatro caracteres avaliados.

Foi possível selecionar um genótipo com curto tempo de cozimento e pequena porcentagem de sementes duras, com alta estabilidade e adaptabilidade, como é o caso do MN1102SP com responsividade em ambientes favoráveis e desfavoráveis tendo sementes grandes.



## **APÊNDICES**

**Apêndice 4.1** – Colocação dos Estados Norte Americanos em relação a valor de produção da safra de soja 2008. Fonte: NASS (2009)

<b>Soja Valor da produção por Estado em 2008</b>		
<b>Colocação</b>	<b>Estado</b>	<b>Valor da Produção</b>
1	Iowa	4.292.513.000 dólares
2	Illinois	3.998.995.000 dólares
3	Minnesota	2.535.360.000 dólares
4	Indiana	2.272.455.000 dólares
5	Nebraska	2.124.306.000 dólares

**Apêndice 4.2** – Dados referentes à área de produtividade dos Estados Unidos. Fonte: NASS (2009)

<b>Soja</b>						
<b>Ano</b>	<b>Área cultivada</b>	<b>Área colhida</b>	<b>Produtividade</b>	<b>Produção</b>	<b>Preço por unidade</b>	<b>Valor da produção</b>
2008	30.817,2 <sup>1</sup>	30.378,9 <sup>1</sup>	2.648,0 <sup>2</sup>	80.536.880 <sup>3</sup>	0,334 <sup>4</sup>	27.398.638.000 <sup>5</sup>
2007	26.349,6 <sup>1</sup>	26.107,4 <sup>1</sup>	2.788,5 <sup>2</sup>	72.860.416 <sup>3</sup>	0,371 <sup>4</sup>	26.974.406.000 <sup>5</sup>
2006	30.737,5 <sup>1</sup>	30.363,0 <sup>1</sup>	2.868,7 <sup>2</sup>	87.002.095 <sup>3</sup>	0,236 <sup>4</sup>	20.468.267.000 <sup>5</sup>
2005	29.317,0 <sup>1</sup>	28.999,2 <sup>1</sup>	2.882,1 <sup>2</sup>	83.507.996 <sup>3</sup>	0,207 <sup>4</sup>	17.297.137.000 <sup>5</sup>
2004	30.609,7 <sup>1</sup>	30.100,9 <sup>1</sup>	2.821,9 <sup>2</sup>	85.017.069 <sup>3</sup>	0,211 <sup>4</sup>	17.895.510.000 <sup>5</sup>
2003	29.075,4 <sup>1</sup>	29.497,7 <sup>1</sup>	2.266,9 <sup>2</sup>	66.783.846 <sup>3</sup>	0,270 <sup>4</sup>	18.015.097.000 <sup>5</sup>

As seguintes unidades são utilizadas acima.

1 – mil hectares    2 – kg/ha    3 - toneladas    4 – US\$/kg    5 – dólares

## REFERÊNCIAS

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F. de; FONSECA JUNIOR, N. S.; KIIHL, R. A. S. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento no período de 1985/86 a 1989/90. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 489-497, 1993.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F. de; FONSECA JUNIOR, N. F.; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. S. Efeitos da interação genótipo x ambiente sobre a produtividade da soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, 1433-1444, 1994.

ABIOVE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS – **ABIOVE**. Disponível em: < <http://www.abiove.com.br> >. Acesso em: 17 jan. 2009.

BAYRAM, M; KAYA, A; ONER, M. D. Changes in properties of soaking water during production of soybulgur. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 61, n. 2, p. 221-230, feb. 2004.

BECKERT O. P; SILVA W. R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 61-69, 2002.

BERTOLDO, J.G; COIMBRA, J.L.M; SILVEIRA C.B; TOALDO D. Efeito de diferentes concentrações salinas na redução do tempo de cocção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 39-44, 2008.

BILLORE, S. D; JOSHI, O. P. Genotypical variability for yield and quality in *Glycine max* (L.) Merrill. **Soybean Genetics Newsletter**, Ames, v. 24, p. 88-91, 1997.

BONETTI, L.P. Distribuição da soja no mundo. In: MYASAHKA S; MEDINA J.C. **A soja no Brasil**, Campinas: ITAL, 1981, p. 1-6.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999.

CARBONELL, S. A. M; CARVALHO, C. R. L; AZEVEDO FILHO, J. A. de; SARTORI, J. A. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, set. 2003.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. **Soja**: Potencial de uso na dieta brasileira. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998.

CARVALHO, M.R.B, SGARBIERI, V.C. Heat treatment and inactivation of trypsin: chymotrypsin inhibitors and lectins from beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal Food Biochemistry**, Westport, v. 21, n. 3, p. 219-233, 1997.

CARVALHO M. R. B; KIRSCHNIK P. G; PAIVA K. C.; AIURA F. S. Avaliação da atividade dos inibidores de tripsina após digestão enzimática em grãos de soja tratados termicamente. **Revista de Nutrição**. Campinas, 15(3):267-272, set. 2002.

CAVARIANI C.; TOLEDO M. Z.; RODELLA R. A.; FRANÇA NETO J. B.; NAKAGAWA J. Velocidade de hidratação em função de características do tegumento de sementes de soja de diferentes cultivares e localidades. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, vol. 31, n. 1, p. 30-39. 2009

CIABOTTI S.; BARCELLOS M. F. P.; MANDARINO J. M. G.; TARONE A. G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set. 2006.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra-séries históricas**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 jan. 2009.

COSTA, S.L. A soja na produção de alimentos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, Londrina, 1978. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1979. v. 2, p. 235-243.

COSTA, G. R; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, 1017-1021, 2001.

COSTA, G. E. A.; QUEIROZ-MONICI, K. S; REIS, S. M. P. M; OLIVEIRA, A. C. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food Chemistry**, United Kingdom, v. 94, n. 3, p. 327-330, 2006.

COUTINHO, M. R; OMOTO, E. S. ANDRADE, C. M. G; JORGE, L M. M. Modelagem e Validação da Hidratação de Grãos de Soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 603-610, 2005.

COUTINHO M. R; CONCEIÇÃO W. A. S; OMOTO E.S; ANDRADE C. G; JORGE L. M. M. Novo modelo de parâmetros concentrados aplicado à hidratação de grãos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, 451-455, jul. 2007.

CRUZ, C. D; TORRES, R. A. D; VENCOVSKY, R. Na alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, p. 567-580, 1989.

CRUZ, C.D; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v.1. Viçosa: UFV, 2004.

CRUZ, C. D. **Genes v.2005.0.0**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Geral, 2005. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>>. Acesso em: 25 jan. 2007.

DELLA, G.; QUILLIEN, L.; GUEGUEN, J. Relationships between processing conditions and starch and protein modifications during extrusion-cooking of pea flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, United Kingdom, v. 64, n. 4, p. 509-517, 1994.

DESTRO, D.; BIZETI, H. S.; MAREGA FILHO, M.; MORAIS, L. K.; TRÓIA, C.; MONTALVÁN, R. Genetic variability for traits related cooking time in soybean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 4, p. 275-280, 2003.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 3 ed. Longman: New York, 1989.

EMBRAPA SOJA. **Soja**. Disponível em: < <http://www.cnpso.embrapa.br> >. Acesso em: 01 fev. 2009.

FRIEDMAN, M.; BRANDON, D. L. Nutritional and health benefits of soy proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n. 3, p. 1069-1086, 2001.

GIECO, J. O. **Interação genótipos x ambientes e implicações para o melhoramento da soja**. 1997. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ-USP, Piracicaba.

GOMES, F. P. Análise de grupos de experimentos. In: GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 1991. p.168-197.

HEGARTY, T.W. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination: a review. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.1, n.1, p.101-119, 1978.

HSU, K. H. A Diffusion Model with a Concentration-Dependent Diffusion Coefficient for Describing Water Movement in Legumes During Soaking. **Journal of Food Science**, v. 48, p. 618-622, 1983.

HSU, K. H. Effect of Temperature on Water Diffusion in Soybean. **Journal of Food Science**, v. 48, p. 1364-1365, 1983b.

IAPAR. **Principais características das cultivares de Feijão com sementes disponíveis no mercado**. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/novos\\_feijao.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/novos_feijao.pdf)>. Acesso em: 19 set. 2009.

JACKSON, G. M.; VARRIANO-MARSTON, E. Hard-to-cook phenomenon in beans: effects of accelerated storage on water absorption and cooking time. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, p. 799-803, 1981.

LAM-SANCHEZ, A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, J. E. D.; BRESSANI, R. Avaliação nutricional e tecnológica de material de soja introduzido. **Científica**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 87-87, 1982.

LAÍNEZ-MEJÍA, J. R. **Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de progênies de soja com ênfase nas produtividades de grãos e óleo**. Piracicaba, 1996. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ - USP, Piracicaba.

LEOPOLD, A.C. Temperature effects on soybean imbibitions and leakage. **Plant Physiology**, Rockville, v. 65, n. 2, p.1096-1098, 1980.

LOPES, A.C.A; VELLO, N.A.; PANDINI, F. Variability and correlations among traits in soybean crosses. **Scientia Agricola**. (Piracicaba, Brazil), v. 59, n. 2, p. 341-348, apr. 2002.

LUI M. C. Y.; AGUIAR C. L.; ALENCAR S. M.; SCAMPARINI A. R. P.; YONG K. Park Y. K. Isoflavonas em isolados e concentrados protéicos de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 206-212, 2003.

MATTSON, S. The cookability of yellow peãs. **Acta Agric. Suec.** V. 1, n. 185, 1946.

McDONALD, M.B.; VERTUCCI, C.W.; ROOS, E.E. Soybean seed imbibition: water absorption by seeds parts. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 6, p. 993-997, 1988.

MENEGUCE B.; FARIA R. T.; DESTRO D.; FONSECA JÚNIOR N. S.; FARIA A. P. Interação genótipo x ano para tempo de cozimento e sua correlação com a massa e percentagem de embebição em soja tipo alimento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 463-476, out. 2005.

MIURA, E. M. Y.; SILVA R. S. S. F.; MIZUBUTI I. Y.; Ida E. I. Cinética de inativação de inibidores de tripsina e de insolubilização de proteínas de diferentes cultivares de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1659-1665, 2005.

MORAIS, L. K.; DESTRO, D.; FONSECA JÚNIOR, N. S.; CARBONELL, S. A. M.; MIRANDA, L.A.; PINHEIRO, J. B. Genotype x environment interaction and correlation among technological traits of soybean grains. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 1, n. 3, p. 245-254, 2001.

MURPHY, J.B.; NOLAND, T.L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Rockville, v. 69, n. 1-3, p. 428-431, 1982.

MWANDEMELE, O. D.; Mc WHIRTER, K. S.; CHESTERMAN, C. Genetic variation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) for cookability and water absorption during cooking. **Euphytica**, Wageningen, v. 33, p. 859-864, 1984.

NASS - NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE. **USDA**. Disponível em: <<http://www.nass.usda.gov>>. Acesso em: 19 jan. 2009.

PAN, Z.; TANGRATANAVALEE, W. Characteristics of soybean as affected by soaking conditions, **Lebensm. Wiss. U. Technol.**, v. 36, p. 143-151, 2003.

PELEG, M. An Empirical Model for the Description of Moisture Sorption Curves. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 4, p. 1216-1217, 1988.

PERRY, A. K.; PETTERS, C. R.; VANDUYNE, F. O. Effect of variety and cooking method on cooking times, thiamine content and palatability of soybeans. **Journal Food Science**, Chicago, v. 41, n. 6, p. 1330-1334, 1976.

PLHAK, L. C.; CALDWELL, K. B.; STANLEY, D. W. Comparison of methods used to characterize water imbibitions in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 2, p. 326-329, mar. 1989.

PUJOLA, M.; FARRERAS, A.; CASANAS, F. Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 102, n. 4, p. 1034-1041, 2007.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, jan. 2008.

RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 75-82, jan. 2005.

RAYAS-DUARTE, P., BERGERON, D., NIELSEN, S.S. Screening of heat-stable inhibitor trypsin in dry beans and their partial purification from great Northern beans (*Phaseolus vulgaris*) using anhydrotrypsin sepharose affinity chromatography. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington DC, v. 40, n. 2, p. 32-42, 1992.

REIS, E.F.dos; REIS, M.S; CRUZ, C.D; SEDIYAMA, T. Comparação de procedimentos de seleção para produção de grãos em populações de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 685-692, 2004.

NERINÉIA DALFOLLO RIBEIRO N. D.; ALBERTO CARGNELUTTI FILHO A. C.; NERISON LUIZ POERSCH N. L.; SIMONE SAYDELLES DA ROSA S. S. Tempo de cozimento dos grãos de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 335-346, 2007

ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIEBAUT, J.T.L. Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 51-66, 1984.

RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; GARCIA, D. C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento em cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 209- 214, jan. 2005.



ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - ESALQ-USP, Piracicaba.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p.507-512, 1974.

SHEPHARD, H.L.; NAYLOR, R.E.L. Effect of the seed coat on water uptake and electrolyte leakage of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) seeds. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 129, n. 1, p. 125-136, 1996.

SINGH, B. P. N.; KULSHRESTHA, S. P. Kinetics of Water Sorption by Soybean and Pigeonpea Grains. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 6, p. 1538-154 1987.

SOLDINI, D. O. **Interação genótipos x locais e correlações entre caracteres com ênfase na produtividade de óleo em soja**. 1993. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ-USP, Piracicaba.

SOPADE, P. A.; OBEKPA, J.A. Modelling Water Absorption in Soybean, Cowpea and Peanuts at Three Temperatures Using Peleg's Equation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 4, p. 1085-1087, 1990.

SOUZA, F.H.D.; MARCOS-FILHO, J.; NOGUEIRA, M.C.S. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas à qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água. I. Tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 33- 40, 1996.

THAM, D.M.; GARDENER, C.D.; HASKELL, W.L. Potential health benefits of dietary phytoestrogens: a review of the clinical, epidemiological, and mechanistic evidence. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 83, p. 2223-2235, 1998.

TOLEDO, J.F.F. de; ALMEIDA, L.A. de; KIIHL, R.A. de S.; MENOSSO, M.G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 89-94, 1990.

TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S.; CARRÃO PANIZZI, M.C.; KASTER, M.; MIRANDA, L.C.; MENOSSO O.G. Genética y mejoramiento. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **El cultivo de la soja en los tropicos: mejoramiento y produccion**. Roma: FAO, v. 27, p.19-36, 1995.

TOLEDO, M.; Z. **Dano por embebição em sementes de soja em função do teor de água inicial, cultivar e local de produção.** 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

TURATTI, J. M.; TANGO, J. S.; SILVA, M. T. C.; SHIROSE, I.; YOTSUYANAGI, K. Caracterização dos grãos de cultivares de soja cultivadas em algumas regiões do Brasil. **Boletim ITAL**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 73-99, 1984.

URGA, K.; FUFA, H.; BIRATU, E.; GEBRETSADIK, M. Effects of blanching and soaking on some physical characteristics of grass pea (*Lathyrus sativus*). **African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development**, 6 (1): 1-17, 2006.

VELLO, N. A. Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento da soja na ESALQ-USP. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 60-81.

WANG, H.L., SWAIN, E.H., HESSELTINE, C.W., HEATH, H.D. Hydration of whole soybeans affects solids losses and cooking quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 5, p. 1510-1513, 1979.

WASSIMI, N.N.; HOSFIELD, G.L.; UEBERSAX, M.A. Combining ability of tannin content and protein characteristics of raw and cooked dry beans. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 3, p. 452- 458, 1988.

WOODSTOCK, L.W.; TAO, K.J. Prevention of imbibitional injury in low vigor soybean embrionic axes by osmotic control of water uptake. **Physiologia Plantarum**, Kobenhavn, v. 51, n. 1, p. 133-139, 1981.

YOKOYAMA, L.P.; STONE, L.F. **Cultura do feijoeiro no Brasil:** características da produção. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000.