

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

Dezembro - 1980

" UTILIZAÇÃO DE UMA PROPRIEDADE FÍSICA,
COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DOS TEORES
DOS COMPONENTES QUÍMICOS DE SEMENTES
DE SOJA, SEM DESTRUÇÃO DE SEU
VALOR BIOLÓGICO".

JOSÉ TADEU JORGE

Eng. de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. André Tosello

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Engenharia de
Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

À Gizele, que ajudou a solidi
ficar minha existência e a fa
zer do amor a razão do meu
comportamento.

À Lillian, um pequeno ser cheio
de ternura e simpatia.

Sempre a meus pais.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. André Tosello, pela orientação eficiente, construtiva e segura.

Ao Prof. Dr. José Luiz Vasconcellos da Rocha, pelo apoio, incentivo e colaboração nos momentos mais difíceis.

Ao Prof. Dr. Leopold Hartman, pela colaboração na tradução para o inglês, do resumo.

Ao Sr. Dagoberto Favoreto Júnior, pela inestimável ajuda prestada nos trabalhos de laboratório.

À Srta. Ana Lourdes Neves Gândara, pelo auxílio prestado na efetuação das análises químicas.

À Srta. Tânia Maria Haddad, pela prestimosa execução do trabalho datilográfico.

Ao Instituto Agronômico de Campinas, por ter cedido as amostras de soja utilizadas neste trabalho.

A todos que auxiliaram e tornaram possível a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	I
SUMMARY	III
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Material	26
3.1.1. A soja	26
3.1.2. Equipamentos	26
3.1.2.1. Instron Universal, modelo 1130 ..	26
3.1.2.2. Germinador e Câmara para vigor ..	27
3.1.2.3. Extrator de óleo Goldfish	29
3.1.2.4. Digestor e Destilador para pro teína	29
3.1.2.5. Estufa e Mufla	29
3.1.2.6. Outros Equipamentos	32
3.1.3. Reagentes	32
3.2. Métodos	33
3.2.1. Preparo das amostras	33
3.2.2. Variação da germinação e do vigor, causada pela aplicação de forças de compressão ...	34
3.2.3. Determinação da resistência à compressão .	36
3.2.4. Determinação da composição química das se mentes	38

3.2.5. Deterioração das sementes pelo apareci mento de fungos	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1. Germinação e vigor iniciais das amostras	40
4.2. Variação da germinação e do vigor em função da força de compressão aplicada	41
4.2.1. Posição : Equilíbrio	41
4.2.2. Posição : Hilo Horizontal	43
4.2.3. Posição : Hilo Vertical	45
4.3. Composição química das variedades de soja	50
4.4. Resistência ao ataque de fungos	52
4.5. Resistência à compressão. Dados obtidos com a aná lise dos gráficos do equipamento Instron Univer sal	54
4.5.1. Variedade Santa Rosa	54
4.5.1.1. Posição : Equilíbrio	54
4.5.1.2. Posição : Hilo Horizontal	55
4.5.1.3. Posição : Hilo Vertical	56
4.5.2. Variedade Davis	57
4.5.2.1. Posição : Equilíbrio	57
4.5.2.2. Posição : Hilo Horizontal	58
4.5.2.3. Posição : Hilo Vertical	59
4.5.3. Variedade Viçosa	60
4.5.3.1. Posição : Equilíbrio	60
4.5.3.2. Posição : Hilo Horizontal	61
4.5.3.3. Posição : Hilo Vertical	62

4.5.4. Variedade UFV 1	63
4.5.4.1. Posição : Equilíbrio	63
4.5.4.2. Posição : Hilo Horizontal	64
4.5.4.3. Posição : Hilo Vertical	65
4.5.5. Variedade IAC 4	66
4.5.5.1. Posição : Equilíbrio	66
4.5.5.2. Posição : Hilo Horizontal	67
4.5.5.3. Posição : Hilo Vertical	68
4.5.6. Variedade IAC 6	69
4.5.6.1. Posição : Equilíbrio	69
4.5.6.2. Posição : Hilo Horizontal	70
4.5.6.3. Posição : Hilo Vertical	71
4.5.7. Variedade IAC 7	72
4.5.7.1. Posição : Equilíbrio	72
4.5.7.2. Posição : Hilo Horizontal	73
4.5.7.3. Posição : Hilo Vertical	74
4.5.8. Variedade Bossier	75
4.5.8.1. Posição : Equilíbrio	75
4.5.8.2. Posição : Hilo Horizontal	76
4.5.8.3. Posição : Hilo Vertical	77
4.5.9. Valores médios obtidos, para cada <u>varieda</u> de	78
4.5.9.1. Posição : Equilíbrio	78
4.5.9.2. Posição : Hilo Horizontal	79
4.5.9.3. Posição : Hilo Vertical	80
4.6. Tentativa de estabelecimento das correlações	82
4.6.1. Resistência à compressão - Teor de óleo ..	82

4.6.1.1. Posição : Equilíbrio	83
4.6.1.2. Posição : Hilo Horizontal	84
4.6.1.3. Posição : Hilo Vertical	85
4.6.2. Resistência à compressão - Teor de Proteí na	86
4.6.2.1. Posição : Equilíbrio	86
4.6.2.2. Posição : Hilo Horizontal	87
4.6.2.3. Posição : Hilo Vertical	88
4.6.3. Resistência à compressão - Teor de Cinza .	89
4.6.3.1. Posição : Equilíbrio	89
4.6.3.2. Posição : Hilo Horizontal	90
4.6.3.3. Posição : Hilo Vertical	91
4.6.4. Resistência à compressão - Teor de Car boidrato	92
4.6.4.1. Posição : Equilíbrio	92
4.6.4.2. Posição : Hilo Horizontal	93
4.6.4.3. Posição : Hilo Vertical	94
4.6.5. Influência da Umidade	95
4.6.6. Resistência à compressão - Deterioração ..	96
4.6.6.1. Ao final do sexto dia	97
4.6.6.1.1. Posição : Equilíbrio .	97
4.6.6.1.2. Posição : Hilo Horizon tal	98
4.6.6.1.3. Posição : Hilo Verti cal	99
4.6.6.2. Ao final do sétimo dia	100
4.6.6.2.1. Posição : Equilíbrio .	100

4.6.6.2.2. Posição : Hilo Horizon <u>tal</u>	101
4.6.6.2.3. Posição : Hilo Vert <u>ical</u>	102
5. CONCLUSÕES	109
BIBLIOGRAFIA	111

RESUMO

A avaliação dos teores dos componentes químicos de sementes de soja sem provocar a destruição do seu valor biológico constitui-se em fato de elevada importância, que poderia ser utilizado como base para um método de melhoramento genético.

Neste trabalho procurou-se verificar a possibilidade de identificar a composição química de uma semente, sem destruí-la, utilizando os dados resultantes de um teste de resistência à forças de compressão.

Inicialmente, verificou-se como ocorria a variação do poder germinativo e do vigor, em função da força de compressão aplicada à semente, para que se pudesse determinar até que ponto se poderia comprimir sem destruir o valor biológico da semente.

Posteriormente, analisou-se a composição química (óleo, proteína, cinza, carboidrato e umidade) de diversas variedades de soja e o comportamento quando da aplicação de forças de compressão, verificando-se a possível existência de correlações estatisticamente significativas entre esses fatores.

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que existem boas correlações entre os dados do teste de resistência à forças de compressão e os teores de óleo e proteína das sementes, o que não ocorre com os teores de cinza e carboidrato.

Outra conclusão é que há possibilidade de identificar as sementes mais ricas em óleo ou proteína sem que haja necessidade

de destruir o valor biológico, podendo-se selecionar individual mente os grãos a serem plantados aumentando, desta forma, as chances de se obter um produto mais rico em determinado componen te químico.

SUMMARY

The evaluation of the contents of chemical components of soya beans without impairing their biological value is of great importance as this could form a basis of a method of genetic improvement of the leguminose.

The present work was undertaken in order to test the possibility of identifying the chemical composition of a seed, without its destruction, employing results of resistance tests against compression.

The initial experiments consisted in investigating the variation in the germinating power and vigour of the seed as function of the compression force applied to it, with the purpose of determining to which point the seed could be compressed without destruction of its biological value.

Subsequently, the chemical composition (oil,protein,ash, carbohydrate and moisture content) of different soya bean varieties and their behaviour towards the compression force were analysed, which proved the possible existence of statistically significant correlations between the above mentioned factors.

On the basis of the results obtained one can conclude that there are good correlations between the tests of resistance against the force of compression and the oil and protein contents of the beans, this not being the case with carbohydrate and ash.

Another relevant conclusion relates to the possibility of identifying seeds richer in oil and protein without destroying their biological value, which makes possible an individual selection of grains to be planted and increases the chance of obtaining a product richer in a determined chemical component.

1. INTRODUÇÃO

O estudo básico das propriedades físicas dos materiais biológicos tem despertado, nos últimos anos, grande interesse, aparecendo possibilidades de aplicar esses conhecimentos de maneira prática e objetiva, em substituição a métodos subjetivos.

O melhoramento genético, baseado na seleção individual de sementes, encontra uma grande dificuldade que é a não existência de um método simples e barato para identificar as sementes mais adequadas, sem destruí-las, possibilitando a sua utilização para o plantio.

O objetivo do presente trabalho é verificar a possibilidade de conseguir identificar a composição química de uma semente, sem destruí-la, utilizando para isso os dados provenientes de um teste de compressão.

Partiu-se da idéia de que poderia existir uma correlação entre a resistência das sementes às forças de compressão e os teores de alguns de seus componentes químicos. Uma vez determinada essa correlação, seria viável a utilização dessa mesma semente para o plantio e, com isto, poderiam aumentar as chances genéticas de obtenção de uma matéria prima mais próxima da que se deseja.

A princípio, foram realizados experimentos para verificar a variação do poder germinativo e do vigor, em função da aplicação de forças de compressão, para que se verificasse até que ponto a semente pode ser comprimida, sem destruir o seu valor biológico.

De posse desses dados, procurou-se estabelecer uma cor relação das grandezas obtidas quando são aplicadas forças de com pressão, com os componentes químicos da semente (proteína, óleo, carboidrato e cinza).

No presente trabalho, as pesquisas se limitaram unicamente à sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr). As razões que justificam a escolha dessa matéria prima são:

a) por se tratar de produto de elevada importância econômica para o país;

b) pelo fato de possuir componentes químicos bem distintitos e em elevada porcentagem, como proteína e óleo;

c) por ser uma semente bem homogênea na forma, na cor e no tamanho, e, finalmente,

d) por já estarmos familiarizados com as propriedades físico-mecânicas, que foram objeto de nossa tese de mestrado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em 1965, Mohsenin (68) procurou despertar o interesse dos pesquisadores para o campo das propriedades físicas dos materiais biológicos que até então era pouco explorado. Nesse artigo, fez referências às esparsas pesquisas que já haviam sido realizadas e deu destaque especial para um futuro estudo das propriedades mecânicas e reológicas.

Consequência ou não do trabalho já citado, a verdade é que a partir dessa época intensificou-se a pesquisa sobre as propriedades reológicas dos materiais biológicos. Mohsenin e Göhlich (72) já haviam estudado o assunto e proposto alguns equipamentos para efetuar testes de textura, todos eles baseados na medida da força aplicada aos materiais, geralmente em compressão ou impacto. Assim, apareceram as primeiras curvas força-deformação, obtidas para maçãs. Alguns conceitos de reologia começaram a ser aplicados com a finalidade de se obter modelos de comportamento para os produtos e uma tímida aplicação das grandezas foi ensaiada: o trabalho apresentava o acompanhamento da resistência da maçã às forças de compressão, durante a armazenagem.

Logo após, Mohsenin et al (73) propuseram um aparelho mais sofisticado e preciso para avaliar os fatores de textura de frutas e vegetais submetidos às forças de compressão. Mais alguns conceitos de reologia foram aplicados para avaliar os dados obtidos.

Friedman et al (43) propuseram o "texturômetro", equipamento que se propunha a determinar as características mecânicas

de produtos biológicos e já se vislumbrava uma aplicação prática para os dados: avaliar a qualidade dos alimentos, substituindo os parâmetros sensoriais.

Szczesniak (105) apresentou os diversos tipos de equipamentos que existiam para determinadas características mecânicas, não se restringindo apenas a frutas e hortaliças, mas se aprofundando em outros tipos de materiais, biológicos ou não.

Pode-se dizer que Bourne et al (13) foram os precursores da utilização de equipamentos modernos para determinar as características reológicas de matérias primas agropecuárias. Utilizando um Instron Universal Testing Machine, realizaram experiências com vários alimentos e pela primeira vez sugeriram o trabalho como medida física significativa na interpretação dos resultados obtidos nos testes de compressão.

Bourne (09) continuou seus trabalhos até estabelecer no Instron uma técnica adequada e precisa para medir deformação de alimentos. Estudou o efeito da velocidade do papel de gráfico e da velocidade de aplicação da força na precisão dos gráficos obtidos; e o tamanho e forma do objeto experimentado, na grandeza e precisão da deformação sofrida pelo espécime testado. Além disso, deu um pequeno avanço na aplicação prática dos resultados, testando marshmallow fresco e velho com a aplicação de forças, chegando a propor um modelo reológico simples para o comportamento do marshmallow e de outros alimentos (10). A utilização dos resultados do Instron é discutida até os dias atuais (82), sempre com novas teorias e suposições.

Ainda Bourne (08) apresentou os tipos de testes que po

dem ser realizados para avaliar textura e propriedades mecânicas e dividiu os equipamentos que efetuam tais testes em nove grupos. A destacar, a opinião do pesquisador de que em certas circunstâncias as análises químicas podem indicar qualidades de textura importantes, situando essas análises como um grupo de equipamentos para medir textura.

Mohsenin (69) estudou a aplicação de técnicas e equipamentos para avaliar a textura de alimentos encontrados no estado sólido, principalmente grãos e frutas, dando destaque ao tipo de superfície utilizada no contacto com o produto para aplicar a força.

Finney Jr. (35) analisou as técnicas empregadas para determinar a textura de alimentos. Além de estudar carnes, produtos lácteos e produtos de panificação, dedica parte de seu trabalho a frutas e vegetais, comentando os instrumentos utilizados e analisando os dados que podem ser obtidos.

Voisey (116), mais recentemente, fez um apanhado geral sobre os métodos modernos para determinação da textura dos alimentos. Nesse trabalho, os mecanismos de deformação são analisados, bem como os tipos de aplicação de forças existentes. Há ainda uma completa descrição do equipamento Instron Universal, mostrando os tipos de testes que podem ser realizados em alimentos. As características que podem ser determinadas são cuidadosamente analisadas, como: força, deformação, pressão, tempo, trabalho, etc.

A utilização dos conceitos de reologia para avaliar a textura dos alimentos começou a despertar o interesse dos pesqui

sadores nos últimos anos. Assim, White (123) e Mohsenin (70) dedicaram extensas dissertações sobre o assunto, que chegou a justificar inclusive a realização de um simpósio sobre medida de textura, que foi analisado por Finney Jr. (36).

Elder e Smith (31) descreveram a importância da reologia dos alimentos, principalmente na indústria, comentando o que deve ser medido e como deve-se fazê-lo, dando destaque aos equipamentos existentes na época da publicação do trabalho.

Anteriormente, deve-se destacar os trabalhos de Morrow e Mohsenin (75) (76), que analisaram as características dos alimentos sólidos para enquadrá-los na categoria de visco-elásticos. Evidentemente, há grande destaque para grãos e frutas.

Husain et al (54) estudaram a influência da umidade nas características viscoelásticas de arroz, utilizando o Instron e a aplicação de fórmulas matemáticas e modelos para descrever o fenômeno físico.

Até os dias atuais, os resultados ainda são discutidos e analisados para originar possíveis aplicações práticas e enquadramento dentro da reologia dos alimentos, como no típico trabalho de Mohsenin e Mittal (74).

Aliás, a aplicação prática das propriedades mecânicas e reológicas dos materiais biológicos ainda é um campo a ser desbravado, pois pouca coisa até agora foi realizada e muito pode ser aproveitado para progressos no campo da ciência, da tecnologia e da engenharia.

Provavelmente, a primeira aplicação prática foi a utilização das determinações das características dos alimentos para

comparação com os resultados subjetivos da análise sensorial. Brandt et al (15) apresentaram uma análise das características de textura, sensoriais e objetivas, medidas através das características mecânicas. Sempre se tentou reproduzir a mastigação através de testes mecânicos realizados com alimentos. As limitações para se alcançar esses objetivos são analisadas por Bourne (11) (12).

Szczesniak (104) procurou classificar as características da textura sensorial com as características mecânicas dos alimentos, citando a influência da umidade e gordura nos valores obtidos. Procurou ainda, mostrar a viabilidade de correlacionar testes sensoriais com testes físicos.

Szczesniak et al (106) foram os primeiros a realizar correlações de medidas sensoriais com medidas físicas, criando inclusive escalas para definir a textura de certos alimentos, como: dureza, viscosidade, adesividade, facilidade de quebra e número de mastigadas. Acrescentando outras características, Toda et al (111) também procuraram correlações objetivo-subjetivo para géis e pastas.

Kramer et Yeatman (62) tentaram correlacionar os testes sensoriais com os testes físicos de tensão e compressão para ervilhas enlatadas, chegando à conclusão de que os testes de compressão são de qualidade superior e apresentam melhores correlações.

Calzada e Peleg (18) apresentaram os estudos realizados sobre textura de frutas, citando inúmeros dados de literatura existentes e decorendo os métodos físicos e os sensoriais utilizados para tentar estabelecer correlações. A destacar, as cita

ções de que os seguintes componentes químicos podem influenciar na textura: sólidos totais e solúveis, açúcares, amido, gorduras, etc.

Ainda em frutas, vamos encontrar as maiores aplicações práticas das análises objetivas de textura. Rodrigo et al (90) determinaram o índice de maturidade de azeitonas verdes para saber o ponto ótimo de colheita, através da resistência ao cisalhamento, correlacionada com grandeza sensorial; os mesmos autores (89) estudaram o índice de maturação das azeitonas mais apropriado para a confecção de conservas, utilizando os mesmos parâmetros citados anteriormente. Duran et al (28) (29) estudaram a qualidade ideal para textura de pimentões e castanhas, analisando as características das matérias primas e utilizando correlações das grandezas físicas (mecânicas) com as sensoriais.

Nelson e Mohsenin (79) analisaram o comportamento de maçãs submetidas às forças de compressão, em função da temperatura das frutas e da velocidade de aplicação das forças. Chegaram a concluir qual teste é mais indicado para maçãs refrigeradas (mais resistentes às forças dinâmicas) e para as não refrigeradas (mais resistentes às forças quase estáticas).

Uma aplicação a ser citada é a tentativa de relacionar a firmeza do tomate, obtida por método sensorial (apertar entre os dedos), com aquela obtida por um método físico representado por um teste de resistência à compressão. Uma tentativa de estabelecer um método para isso foi a de Gormley e Keppel (47). Trabalho com esse objetivo foi desenvolvido por Jorge (59), apresentando correlações altamente significativas entre as medidas físicas e as sensoriais.

Rocha (88) analisou a variação da deformação sofrida por mangas e goiabas, durante o processo deteriorativo a diferentes temperaturas, utilizando a aplicação de uma determinada força de compressão. Essa variação é bastante significativa e pode servir como parâmetro para indicar deterioração.

As frutas foram estudadas sob todos os pontos de vista no processo de aplicação de forças de compressão. Miles et al (64) analisaram o comportamento de tomates submetidos à compressão quase estática, relacionando os danos visuais com os gráficos obtidos de força-deformação. Chappel e Hamann (21) voltaram seus trabalhos para a aplicação de teorias matemáticas e reológicas para descrever o processo de aplicação de forças, utilizando maçãs em seus testes experimentais. Fridley e Adrian (42) dirigiram seus esforços na obtenção de dados que possibilitassem indicar o grau de injúria que as forças de compressão causavam nas frutas (pera, maçã, pêssigo e damasco), tentando relacionar esses danos com a força aplicada, energia absorvida e tamanho das frutas.

Mas, em termos de aplicação prática, o mais importante é que o método empregado não destrua o produto. No caso de frutas, utilizando maçã, Perry (83) propôs um método com essas características, que pode ser empregado para uma classificação comercial, pois a firmeza do produto é uma avaliação usada sensorialmente por todos os compradores de produtos agrícolas. E o teste sensorial é baseado na compressão dos produtos entre os dedos. O ensaio, realizado com um equipamento que aplica tais forças, realiza o processo da mesma forma, porém sem a subjetividade

do ser humano podendo, portanto, representar a qualidade do produto.

Merece destaque o trabalho de Mohsenin (71) que analisou as características de quebra de diferentes tipos de produtos quando submetidos à forças de compressão. Foram analisadas as estruturas de grãos, frutas e carnes e seus diferentes comportamentos nos ensaios de compressão. Referência importante é feita ao relacionamento entre o teor de sólidos insolúveis em álcool, existentes em maçãs, e o valor da força aplicada no teste de resistência à compressão.

Pelos trabalhos citados pode-se verificar que, no caso das frutas, as aplicações práticas já se encontram em um estágio de franco desenvolvimento. Para grãos, o trabalho de Arnold e Roberts (04) limita-se à tentativa de descrever o fenômeno físico da compressão, utilizando os modelos reológicos existentes.

Em 1973, chegou-se a estabelecer um método que pudesse ser utilizado nos testes de compressão de grãos e o trabalho de Arnold e Mohsenin (05) foi praticamente o responsável pelo aparecimento da Recomendação 368 da American Society of Agricultural Engineers, ASAE (03). Nessa recomendação, apresenta-se um método a ser empregado nesses tipos de análises. Embora sejam apresentadas fórmulas matemáticas sofisticadas, que talvez dificultem a aplicação prática, esse trabalho analisa e define alguns pontos importantes para o estudo das características dos produtos biológicos, quando submetidos à compressão. Estas análises baseiam-se na curva típica força x deformação, apresentada por esses produtos quando da aplicação de forças de compressão (Gráfico 01).

Os pontos do gráfico, citados na recomendação são:

a) biofalha : ponto onde um acréscimo na deformação resulta em um decréscimo ou manutenção no valor da força;

b) inflexão : ponto onde a curva apresenta uma mudança de concavidade;

c) ruptura : ponto caracterizado por um constante decréscimo da força, devido à quebra do produto.

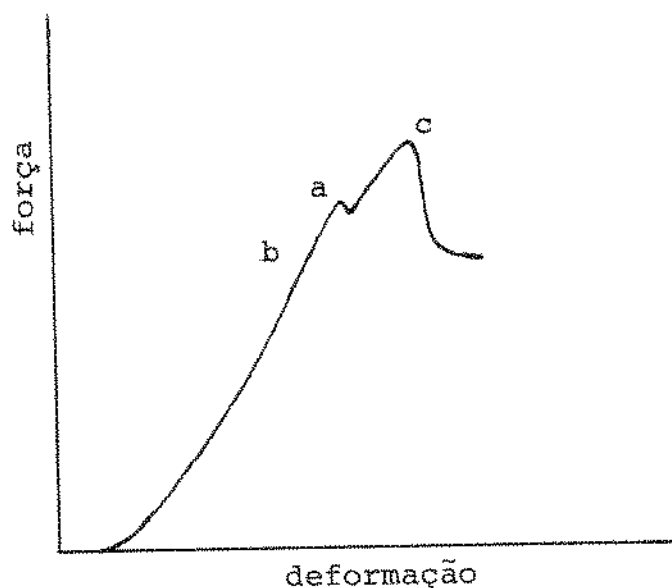


GRÁFICO 1. Curva típica força x deformação, quando são aplicadas forças de compressão, destacando-se o ponto da biofalha (a), inflexão (b) e ruptura (c).

Alguns trabalhos subsequentes são apresentados com a tendência apenas de conseguir dados obtidos experimentalmente, sem contudo apresentarem possibilidade de serem aplicados. Essa tendência orientou o trabalho de Prasad e Gupta (87) que estudou o comportamento de grãos submetidos à compressão quase estática, em diversos níveis de umidade, chegando à conclusão de que os grãos mais secos apresentam comportamento totalmente diferente dos mais úmidos.

Shama e Sherman (93) preocuparam-se em verificar a influência da velocidade de aplicação da força de compressão e sugeriram os valores que julgaram mais convenientes para diversos produtos (no caso de grãos: 0,5 cm / min), concordando com Shelef e Mohsenin (94).

Bilanski (07) conseguiu dados para soja, milho, trigo, cevada e aveia, sujeitos à forças de compressão em diversos níveis de umidade e diferentes posições. Para umidade, as conclusões são as mesmas já citadas em outros trabalhos, mas conseguiu provar que o grão no estado de repouso (posição de equilíbrio) resiste mais que o grão em posições não estáveis. Esse trabalho foi todo baseado na pesquisa pioneira de Zoerb e Hall (125) que definiu algumas propriedades dos grãos e apresentou vários dados. Shelef e Mohsenin (95) pesquisaram milho, em diversos teores de umidade e com a força sendo aplicada através de diferentes superfícies de contacto. O trabalho analisou ainda a variação dos módulos de elasticidade e deformabilidade, em função do teor de umidade e mostrou que em níveis altos de umidade os valores são bem menores.

Paulsen (81) utilizou em suas pesquisas, grãos de soja, em diversos teores de umidade, submetidos à forças de compressão, em diversas velocidades de aplicação dessas forças, sendo estudada também a influência do tamanho do grão. Quanto à velocidade de aplicação das forças, os resultados não são claros, mas quanto ao tamanho, é certo que os grãos menores são mais resistentes.

Deve-se citar o trabalho de Fletcher III (38) que estudou a influência da velocidade de aplicação da força, em frutas e vegetais, nos valores da força, deformação e energia absorvida, nos pontos da biofalha e da ruptura. Para o ponto da biofalha, a resistência diminui com o aumento da velocidade de aplicação da força, até certo ponto, aumentando depois. Para a ruptura, no início há um pequeno acréscimo, diminuindo posteriormente quando se aumenta a velocidade de aplicação da força.

Voisey e Hunt (117) (118) (119) estudaram o comportamento de ovos, quando submetidos à forças de compressão. Os autores procuraram estabelecer um método não destrutivo de identificar a resistência desse produto, estudaram a posição mais susceptível à aplicação de forças e a influência da velocidade da aplicação de forças. Dentre as conclusões, cabe ressaltar a de que a força necessária para quebrar o ovo aumenta com o acréscimo da velocidade de aplicação da força, de maneira estatisticamente significativa.

Com variedade brasileira de soja, Jorge (58) estudou o comportamento sob forças de compressão, utilizando um equipamento Instron Universal. Grãos de soja, variedade Santa Rosa, foram comprimidos em diversas posições, a vários teores de umidade e

diversos tamanhos. Concluiu-se que: a força, no ponto da biofa lha, decresce com o aumento do teor de umidade, de maneira alta mente significativa; os grãos menores apresentam maior resistên cia, e a posição de maior resistência é a de equilíbrio, seguida daquela em que o hilo está vertical e, finalmente, aquela em que o hilo está horizontal.

É preciso ressaltar que todos esses trabalhos foram de base, testando métodos, levantando dados, procurando explicações e analisando influências. Em nenhum deles aparece realmente a existência de uma aplicação prática concreta e definida.

É evidente que existem inúmeros trabalhos sobre danos oca sionados por forças de compressão em grãos, sem contudo terem si do previamente estudados os comportamentos desses grãos nessas condições. Como exemplo, citamos os trabalhos de Narayan e Bilanski (78), McNulty e Mohsenin (63), Hall (49) e Hoag (51). No pri meiro trabalho citado, os autores estudaram o comportamento de trigo armazenado sob alta pressão fato que, sem dúvida, leva a níveis de danos maiores no produto. Mas nesse trabalho não se uti liza uma pré determinação mecânica como, por exemplo, os resultados de um ensaio aplicando forças de compressão. Com os mesmos objetivos, McNulty e Mohsenin (63), estudaram o comportamento de grãos de milho contudo, mais uma vez, sem a utilização de dados do produto, quando submetido à forças de compressão.

Hall (49) estudou as perdas que ocorrem por danos me câni cos durante o manuseio de soja e milho após a colheita, até o transporte final. A maioria dos danos são causados por transpor tadores onde as forças aplicadas nos grãos são característicamen

te de compressão e de impacto. Porém, nesse trabalho, não houve tentativa de se utilizar os dados do comportamento dos grãos quando submetidos a esses tipos de forças, o que ajudaria a determinar o máximo possível de compressão, antes de se causar os danos. Exemplo semelhante é o trabalho de Hoag (51), sobre soja.

Um pequeno vislumbre de aplicação prática está presente no trabalho de Silberstein e Rao (97) que estudaram as propriedades mecânicas do amendoim quando a diversas temperaturas e umidades relativas.

Suter et al (103) estudaram o efeito da armazenagem no endurecimento de grãos de sorgo, utilizando para isso o ponto da biofalha, de inflexão e de ruptura, chegando a poder prever como se processava esse endurecimento do grão.

Moss (77) correlacionou a resistência de grãos de trigo a forças de compressão com sua composição química e encontrou indícios de bons resultados no que diz respeito à correlação proteína-dureza. Embora esse trabalho tenha sido apenas de levantamento de dados, abre perspectivas importantes para a utilização da resistência do grão à compressão, como uma maneira de identificá-los quanto a sua composição química, o que significa talvez a possibilidade de um método para seleção de sementes visando um melhoramento genético, realizado com vistas voltadas aos componentes correlacionados com as características mecânicas. Segundo Green (48) há correlações entre rendimento-proteína, rendimento-óleo e proteína-óleo, que poderão ser explorados caso se consiga saber o teor de óleo e proteína das sementes, sem destruir o poder germinativo que apresentam. As possibilidades de se efetuar

um melhoramento genético nas condições citadas, são discutidas por Shorter et al (96) e Singh e Hadley (98), sendo que este último utiliza soja e determina o teor de óleo através de ressonância nuclear magnética. É preciso observar que não há concordância entre os geneticistas, principalmente quanto ao melhoramento do teor de óleo, mas há aqueles que defendem a seleção através de sementes ricas, identificadas sem sua destruição. Cabe citar neste instante, a opinião de dois geneticistas brasileiros sobre o assunto, expressas através de correspondência particular. O Dr. William José da Silva afirma ser possível uma seleção genética através da seleção individual de grãos mais ricos no constituinte de interesse. Salienta, ainda, que toda pesquisa nesse sentido é de grande utilidade e importância.

Por outro lado, o Dr. Alcides Carvalho defende a idéia de que para leguminosas (caso da soja) isso é impossível, ou seja, de nada vale a tentativa de seleção genética através de grãos individuais.

A ressonância nuclear magnética tem sido o único método utilizado para determinar o teor de óleo de sementes de soja sem destruí-las (16) (23), mas é um método de aparelhagens sofisticadas e caras. É bastante interessante a possibilidade de avaliar o teor dos constituintes químicos pelos testes de compressão, que são mais simples e práticos, sendo que o ponto comum, vantajoso, é a não destruição do teor germinativo da semente. A importância de um melhoramento genético de soja, quanto ao teor de óleo e proteína é discutida e analisada por Howell (53) e por Schweizer e Ries (92).

Fehr et al (32) compararam três métodos para analisar o teor de proteína e óleo de sementes de soja, sem destruí-las: densidade, gravidade específica e ressonância nuclear magnética. Estatisticamente, a menor variação é encontrada para a análise por densidade, vindo depois a ressonância nuclear magnética e, finalmente, a gravidade específica. Em termos de custos, o mais caro é a ressonância nuclear magnética, depois densidade e gravidade específica, pela ordem decrescente. Mas, em termos de precisão, o melhor para determinar a quantidade de óleo é a ressonância nuclear magnética (mais se aproxima do valor obtido por extração por solvente).

Smith e Weber (100) tentaram utilizar a densidade como base de um método para melhoramento genético de soja, com resultados razoáveis. Nesse mesmo trabalho, uma tentativa de correlacionar os diversos fatores com o tamanho da semente não foram bem sucedidos. No mesmo sentido, Fehr e Weber (33) desenvolveram pesquisas, chegando às conclusões semelhantes. Jorge e Tosello (57), estudaram a existência de uma correlação entre o peso específico real e o teor de óleo, para sementes de soja, verificando estatisticamente sua validade e concluindo que quanto menor o peso específico real, maior quantidade de óleo possui a semente.

Watson et al (120) são responsáveis pela única aplicação da resistência às forças de compressão em melhoramento genético. Trabalharam com carneiro, da raça australiana Merino, e concluíram que a resistência das fibras pode ser usada para selecionar os indivíduos mais adequados, através de significativa correlação dessa resistência com o diâmetro da fibra. Segundo os autores, a

seleção por esse método é mais indicada e pode ser mais eficiente que a seleção através do peso. Deve-se ressaltar a utilização do Instron Universal para os testes de resistência.

Cabe citar Zappia (124) que concluiu que a germinação é afetada pelo número de grãos com rachadura no tegumento, ou seja, sementes que não resistiram às forças que lhes foram aplicadas nas diversas fases da colheita e do pré processamento.

Gostaríamos ainda de destacar a pesquisa de Carvalho e Oliveira (20) que estudaram o efeito da posição da semente na semeadura, sobre a emergência do feijão. A conclusão dos autores é que a posição de equilíbrio é a mais recomendável.

Devido à recomendação R 368, da American Society of Agricultural Engineers- ASAE (03) que utiliza um sistema de aplicação de forças quase estáticas (velocidades bem baixas), a maioria das pesquisas são realizadas dessa maneira; mas é importante também citar a aplicação de forças com velocidades mais elevadas e que apresentam algumas aplicações práticas.

Fluck e Ahmed (39) analisaram em detalhes o que acontece quando frutas e vegetais são submetidos à forças de impacto, descrevendo de maneira bastante aceitável esse tipo de fenômeno. Perry e Hall (84) (85) também descreveram o fenômeno de impacto, ilustrando-o com fotos que mostram o acontecimento de maneira clara. Estudaram ainda a influência da umidade e da temperatura no valor da força máxima de resistência, concluindo que os grãos mais úmidos resistem mais e que à temperaturas maiores a

resistência é também maior (na faixa de 25°F a 70°F).

Jindall e Mohsenin (56) idealizaram um equipamento para simular impactos em grãos e outros alimentos, baseados num pêndulo.

Kirk e McLeod (61) utilizaram sementes de algodão para estudar a ruptura quando são aplicadas forças quase estáticas e forças de impacto a diferentes velocidades e diversos níveis de umidade para as sementes. A posição em que o grão recebe o impacto, também exerce clara influência sobre os danos causados, conforme mostrou o trabalho de Hoki e Pickett (52), que concluíram que a força recebida sobre o germe ou próximo a este afeta mais o grão, produzindo a sua quebra.

Burkhardt e Stout (17) tentaram desenvolver um modelo matemático para prever a porcentagem de grãos removidos e danificados quando milho é debulhado a diferentes velocidades de impacto; assunto que foi estudado também por Keller et al (60) apenas na parte qualitativa, sem obtenção ou utilização de fórmulas matemáticas.

Interessante aplicação prática foi apresentada por Rojanasaroj et al (91) que estudaram a influência do ar de secagem (temperatura e umidade relativa) na danificação de grãos de soja por forças de impacto. Concluíram, de maneira clara e precisa que temperaturas mais elevadas causam danos maiores; quanto menor a umidade relativa, menos danos se verificam quando os grãos são submetidos à forças de impacto. A importância dos danos físicos causados por forças de impacto foi muito bem colocada por Fiscus et al (37) que fizeram uma análise das técnicas usuais de

transporte de grãos, destacando-se soja, milho e trigo; concluindo que as quebras são maiores em umidades e temperaturas mais baixas.

O mais importante para sementes é que as forças de impacto causam sérios danos pois abalam o poder germinativo. Mitchell e Rounthwaite (66) analisaram a resistência de duas variedades de trigo no que diz respeito à germinação, concluindo que esta decresce acentuadamente com o acréscimo da velocidade de impacto. A idêntica conclusão chegaram Clark et al (22) utilizando sementes de algodão. Interessante ressaltar os experimentos de Welch, citados por Pimentel Gomes (46), que relacionam a altura da queda de sementes de soja com a variação do poder germinativo. Concluiu que quanto maior a altura, menor passa a ser a germinação e que na faixa de 8 a 14% de umidade, conforme esta aumenta, diminuem os danos e a germinação conserva-se maior. Turner et al (113) estudaram os efeitos de forças de impacto em amendoins sobre a germinação, desenvolvimento das sementes e qualidade para moagem. De uma maneira geral, com o aumento da velocidade de impacto, o teor de germinação decresce, o que prejudica o desenvolvimento do grão como semente. A qualidade para moagem também é prejudicada pelo aumento da velocidade de impacto.

Em outra aplicação prática, Hammerle e Mohsenin (50) propuseram um fator de fragilidade para analisar o comportamento de vários materiais, mais ênfase para maçãs, submetidos à forças de impacto, concluindo que esse fator, e portanto a fragilidade do produto, aumenta com o acréscimo da velocidade de aplicação da força.

Parece existirem opiniões contraditórias quanto à influên
cia do tamanho da semente sobre as características agrônômicas
da soja. Aguiar (01) estudou a influência do tamanho do grão de
soja na germinação e no vigor. Concluiu que as sementes de tamanh
o médio eram melhores, embora a diferença fôsse pouco significa
tiva. Por outro lado, Gilioli (44) concluiu em seu estudo, que
o tamanho da semente de soja não influi na emergência, no grau
de sobrevivência das plantas e no rendimento. Wetzel (122) con
cluiu em suas pesquisas que a subdivisão das sementes de soja em
lotes uniformes quanto ao tamanho não pode ser utilizada para aume
ntar os rendimentos por hectare. Feldman (34) constatou que a
influência do tamanho e do peso do grão de soja era nula sobre
os testes de laboratório e de campo, para germinação, vigor e
produção. Acentuando a contradição, Godoy et al (45) conclu
íram que: a germinação varia entre cultivares e é diretamente proporci
onal ao tamanho das sementes; há decréscimo no valor da germina
ção com o passar do tempo, sendo mais acentuado para sementes
pequenas e que o vigor é maior para essas mesmas sementes. Intere
ssante ressaltar que pesquisadores de outros países, como Smith
e Camper (101) e Fontes e Ohirogga (40) concluem exatamente o
oposto das conclusões a que chegaram os pesquisadores brasi
leiros (01; 44; 122; 34; 45).

Outra grande contradição aparece quando verificamos o traba
lho de Fehr e Weber (33) que utilizam uma seleção massal, de
acordo com peso e densidade da semente de soja. Acharam eles que
as sementes de densidade e tamanhos menores possuem mais óleo e

as de maior densidade e tamanho, mais proteína, em concordância com resultados por nós encontrados (57). No mesmo sentido exposto, Bhatt e Derera (06) procuraram selecionar trigo, rico em proteína, pelo tamanho da semente concluindo pela possibilidade de executar tal método, embora Souza (102) e outros geneticistas não concordem com essas conclusões.

Coqueiro (25), analisando os fatores que influem na composição das sementes de soja, mostrou que o número desses fatores é bastante elevado e que pouca coisa foi estudada nesse sentido, merecendo já uma atenção mais especial. Oliveira (80) num estudo similar, porém mais completo, procurou mostrar as relações existentes entre os componentes químicos das sementes de soja. Fontes et al (41) e Brandão (14) afirmaram existir uma correlação altamente significativa entre óleo e proteína nos grãos de soja, ou seja, sementes ricas em óleo são pobres em proteína e vice-versa. A mesma afirmação é feita e comprovada por Hymowitz et al (55).

Piper e Morse (86) publicaram um dos primeiros livros sobre soja, no princípio deste século. Nessa publicação, baseados em análises de variedades plantadas nos Estados Unidos, apresentaram a seguinte composição média para os grãos de soja: umidade 9,9%; proteína 36,5%; gordura 17,5%; fibra 4,3%; cinza 5,3% e carboidratos 26,5%. Quase cinquenta anos depois, De (27) apresentou a seguinte composição química média: proteína 40,3%; gordura 21,0%; cinza 4,9% e carboidratos 33,9%; dados em base seca. Especificamente para óleo e proteína, Smith e Circle (99) apresentaram a seguinte faixa para 128 variedades de soja, de diversos

países, em vários anos de colheita: óleo 13,9% a 23,2% e proteína 32,4% a 50,2%.

Pimentel Gomes (46) apresentou a composição química média para sementes de soja, plantadas no Brasil, embora nem todas as variedades sejam significativas: umidade 10,85 (9,80 a 11,80), óleo 18,88 (15,88 a 21,28), proteína 34,18 (28,93 a 38,13), cinza 4,84 (4,36 a 5,48), fibra 4,95 (4,44 a 5,39) e carboidrato 26,59 (19,39 a 32,91). Especificamente para soja plantada no estado de São Paulo, podemos colocar os seguintes teores médios, baseados nos trabalhos de Tango et al (107) (108) (109): proteína 40,88 (37,10 a 45,30) e óleo 22,31 (18,50 a 25,20), expressos em base seca.

Para a variedade Santa Rosa, encontrou-se na literatura os seguintes valores para os componentes químicos, sempre em base seca: proteína 40,95 (26), 42,02 (110), 39,00 (46), 39,56 (114), 40,90 (19) e 36,96 (19); óleo 22,95 (26), 21,50 (46) e 19,94 (110); fibra 6,13 (26) e cinza 5,72 (26).

Podemos destacar ainda as seguintes porcentagens para os constituintes químicos da variedade Viçôja: proteína 41,38 (26), 43,07 (30) e 39,38 (114); óleo 22,65 (26) e 24,10 (30); cinzas 6,00 (26) e fibra 6,77 (26). Encontrou-se para a variedade Davis: proteína 40,15 (26) e 39,69 (114); óleo 23,36 (26); cinza 5,77 (26) e fibra 6,86 (26). E para a variedade UFV 1 : proteína 41,25 (110) e óleo 18,52 (110).

Vale destacar ainda o trabalho de Miyasaka (67) que tentuou relacionar o teor de óleo e proteína com a resistência de grãos de soja ao ataque de certas doenças, mas não encontrou uma

correlação significativa.

Admite-se que quando plantada, uma semente deve originar uma planta sadia e produtiva. Portanto, para se determinar a qualidade de uma semente deve-se utilizar testes que julguem os parâmetros citados acima; para tanto o experimento mais comumente utilizado é o teste de germinação, sendo o método adotado legalmente no Brasil de acordo com a regulamentação e a fiscalização do comércio de sementes (115) (24). No caso específico da soja, a germinação mínima exigida para comercialização de sementes é de 60%, de acordo com a Portaria nº 628, de 13/11/67 (65).

A Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada-CATI (24), para testes de germinação de soja, recomenda que a temperatura no germinador deve ser de 20 a 30°C, devendo-se realizar duas contagens: uma no quarto ou quinto dia e outra no oitavo, para quatro repetições de cem grãos.

Delouche (112) (115) argumentou que os testes de germinação não representam a realidade existente no campo, pois os procedimentos são realizados em condições ideais de temperatura, umidade relativa e sanidade, o que permite que sementes fracas consigam germinar, o que não aconteceria se elas estivessem semeadas nos campos onde a idealidade está bem distante. O autor mostrou que sementes que em laboratório possuíam alto teor germinativo, na prática causaram até algumas surpresas para o agricultor, pois rendiam muito abaixo do esperado.

Para sanar esses problemas, foi proposto o teste de vi

gor, que submete as sementes às condições adversas antes de executar o teste de germinação. Esses testes assemelham-se muito mais às condições reais do campo.

Popiningis (115) apresentou como testes mais comumente utilizados o envelhecimento precoce, a velocidade de crescimento e os testes de frio, apontando o primeiro como o mais simples e utilizado.

Para a soja, Delouche e Baskin (115) recomendaram que as sementes sejam submetidas a 40°C e 100% de umidade relativa por 42 horas, ou 30°C e 75% de umidade relativa durante 72 horas. Por outro lado, Usberti (115) recomendou o uso de temperatura entre 40 e 44°C e 100% de umidade relativa durante 48 horas. Amaral e Bicca (02) sugeriram $42^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 48 horas e a 100% de umidade relativa. Wetzel (121) realizou testes a $42^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ e 100% de umidade relativa, utilizando tempos de 48 e 60 horas, no caso de soja, sem definir qual deles foi o ideal, pois os dois apresentaram resultados satisfatórios. Finalmente, Villalobos (115) utilizou uma temperatura de 42°C e 100% de umidade relativa, durante 48 horas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. A Soja

A matéria prima utilizada era semente recém colhida, fornecida pela Fazenda Santa Eliza, pertencente ao Instituto Agrônomo de Campinas, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Uma série de oito variedades foram pesquisadas no presente trabalho. São elas: Santa Rosa, Davis, Viçoja, UFV 1, IAC 4, IAC 6, IAC 7 e Bossier.

Em todas as variedades, as sementes de soja estavam livres de impurezas e em ótimas condições para a utilização nos experimentos. Amostras de trezentos gramas de cada variedade, com exceção da variedade Santa Rosa, cuja amostra era de quinze quilos, foram levadas ao laboratório de Matérias Primas Agropecuárias, da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. Nesse local, foram preparadas todas as amostras para a execução dos experimentos constantes neste trabalho.

3.1.2. Equipamentos

3.1.2.1. Instron Universal, modelo 1130

Nos testes de aplicação de forças de compressão aos grãos de soja, foi utilizado o aparelho Instron Universal, modelo 1130.

Esse equipamento é constituído, basicamente, de duas partes: um mecanismo de direção que move, em sentido vertical, uma célula de carga, por meio de ação de duas roscas sem fim, com velocidades variáveis de 0,5 a 50 cm/min; e um sistema de registro das forças, em função do deslocamento, com várias velocidades para o papel de gráfico, na faixa de 4 a 100 cm/min.

Para a utilização do equipamento na aplicação de forças de compressão, à célula de carga é rosqueado um acessório composto por uma haste metálica e uma superfície plana na extremidade. Na parte inferior do aparelho, coloca-se outra superfície plana que servirá de suporte para a amostra a ser colocada para os testes.

3.1.2.2. Germinador e Câmara para vigor

Para os testes de germinação foi utilizado um equipamento marca CASPMATIC, modelo GS-40, que permitia o controle da temperatura em 20°C e 30°C por, respectivamente, 16 horas e 8 horas por dia. Era mantida, ainda, uma alta umidade relativa, sempre acima de 90%.

Nos testes de vigor, além do germinador já citado, foi utilizada uma estufa, marca FANEM, onde a temperatura era mantida constante a 42°C e a umidade relativa era de 100%, controlada através de bandejas com água, colocadas no interior da estufa.

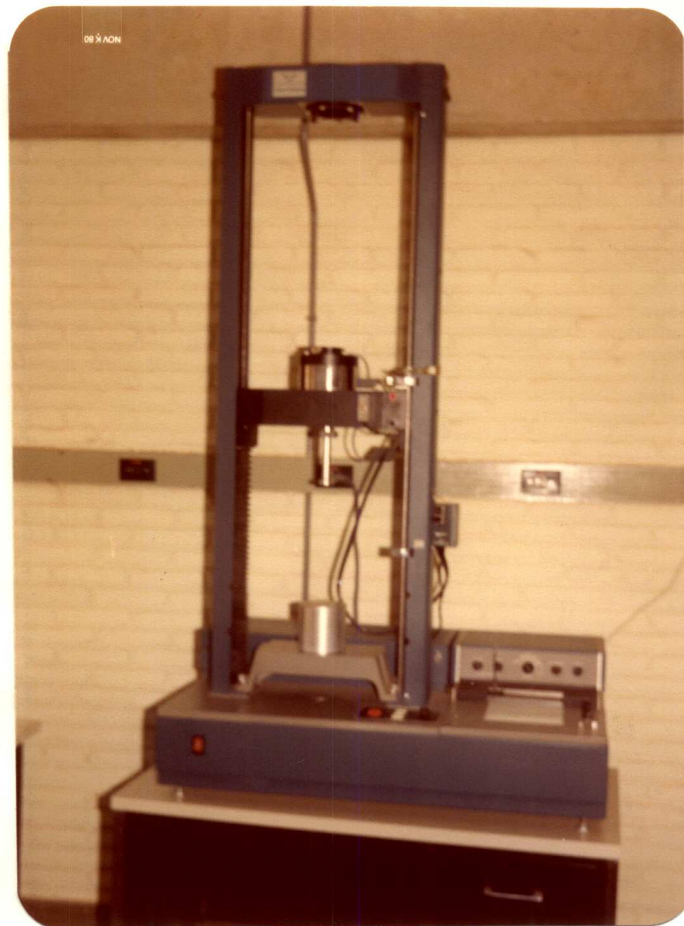


FIGURA 1. Aparelho Instron Universal, modelo 1130, utilizado para aplicação e registro de forças de compressão.

3.1.2.3. Extrator de Óleo Goldfish

É um equipamento da LABCONCO CORPORATION. Consiste em uma estrutura de metal, onde se adapta um copo de vidro apropriado, que contém o solvente. Abaixo deste copo, ajeita-se uma resistência que irá fornecer calor para a evaporação do solvente. No interior do copo, adaptado à estrutura de metal, situa-se uma espécie de gancho que irá prender o tubo com a amostra enrolada em um canudo de papel de filtro. Na parte superior há um sistema para a passagem de água corrente que irá permitir a condensação do solvente e a extração do óleo.

3.1.2.4. Digestor e Destilador para Proteína

O digestor, marca FANEM, consiste num equipamento de metal, provido de 6 "bocas" onde se adaptam os balões com as amostras. Há aquecimento por resistências e estabelecimento de vácuo na parte superior, através de água corrente, para impedir a saída de vapores da amostra.

O destilador, de confecção própria da UNICAMP, é um equipamento de vidro que permite a destilação da amostra.

3.1.2.5. Estufa e Mufla

Para as determinações de umidade foi utilizada uma estufa, marca FANEM, modelo 315/4.

Nas determinações dos teores de cinzas foi utilizada uma

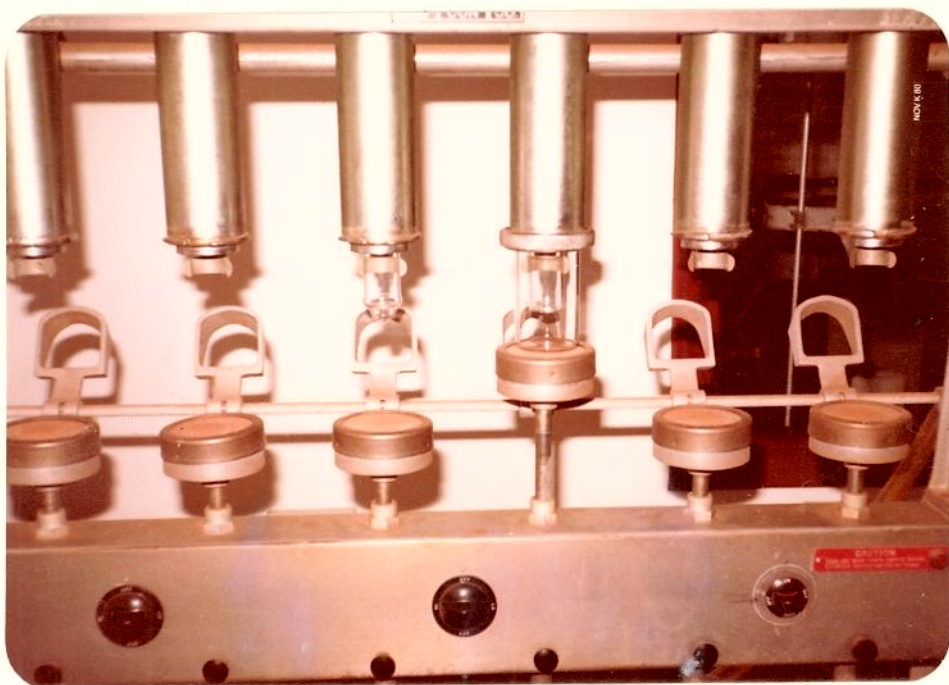


FIGURA 2. Extrator de óleo Goldfish, utilizado para a determinação do teor de óleo das sementes.



FIGURA 3. Digestor usado para a determinação do teor de proteína das sementes de soja.



FIGURA 4. Estufa (ao centro) utilizada para as determinações do teor de umidade das se mentes. Câmara (à esquerda) usada pa ra o teste de vigor.



FIGURA 5. Mufla para determinação do teor de cin za das sementes.

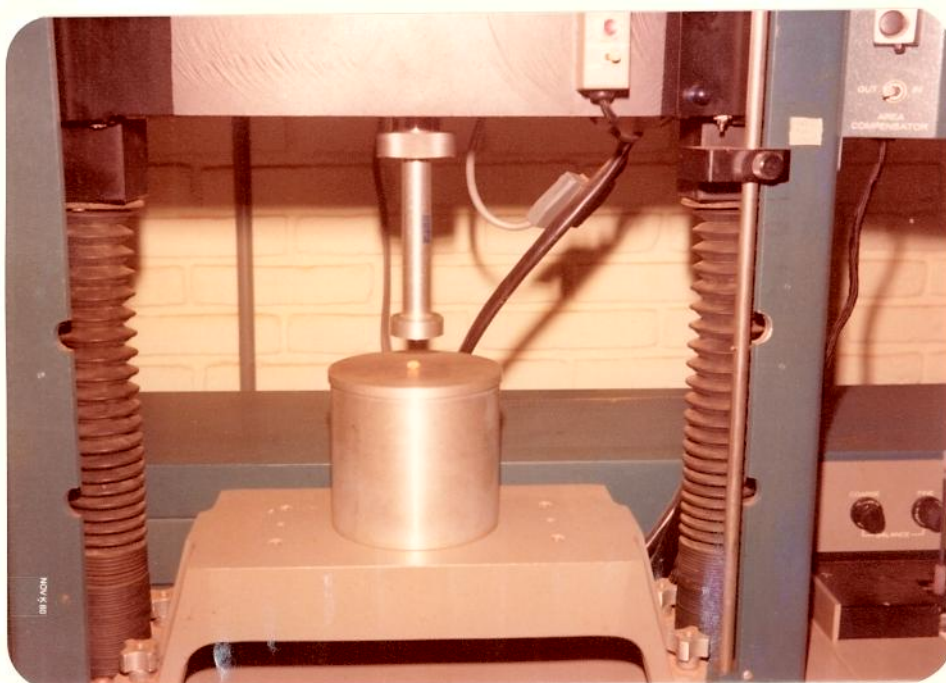


FIGURA 7. Detalhe do teste de resistência à forças de compressão, vendo-se a semente na posição de equilíbrio, prestes a ser comprimida entre as superfícies planas do equipamento Instron Universal.

mufila, marca Forlabo Ltda.

3.1.2.6. Outros Equipamentos

Durante a realização dos experimentos foram utilizadas as seguintes balanças: Dayton, de capacidade igual a 25 kg em divisões de 10 g ; Cozzolino, de capacidade igual a 2 kg em divisões de grama em grama, e Sartorius, analítica de precisão, com quatro casas decimais e capacidade de 200 g.

Para efetuar a separação por tamanho, da matéria prima, foi utilizado um conjunto de peneiras, com amplitude de oscilação de 1,5 cm e 360 rpm, aproximadamente.

Diversas vidrarias foram utilizadas no decorrer dos experimentos.

3.1.3. Reagentes

Nas determinações de teor de óleo foi utilizado éter de petróleo. Para a quantificação do teor de proteína, utilizou-se ácido clorídrico, hidróxido de sódio e catalizador(sulfato de sódio, sulfato de cobre e dióxido de selênio). No preparo da solução para manter o ambiente a 90% de umidade relativa, utilizou-se ácido sulfúrico 96%.

Todos os reagentes eram da marca CARLO ERBA, com exceção do dióxido de selênio que era da MERCK.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Preparo das amostras

Inicialmente, todas as amostras de soja foram classificadas através de peneiras de furos circulares, visando-se estabelecer um único tamanho de grãos, para que os testes ficassem isentos da influência dessa variável.

Logo que os lotes foram compostos, determinou-se a germinação e o vigor iniciais das sementes, para todas as variedades utilizadas.

Em seguida, preparou-se uma amostra de cada variedade com aproximadamente 50 g, constituídas de sementes da mesma peneira e que foram destinadas aos testes de determinação da resistência à forças de compressão. Os mesmos grãos que foram comprimidos, destinaram-se à determinação de suas composições químicas: umidade, proteína, óleo, cinza e carboidrato.

Por outro lado, cinco amostras de cem grãos, de cada variedade, foram destinadas aos experimentos de resistência à deterioração pelo ataque de fungos.

Utilizando apenas a variedade Santa Rosa, preparou-se uma amostra de aproximadamente 5000 g de sementes, correspondentes a uma mesma peneira, para o estudo da influência da aplicação de forças de compressão nos valores de germinação e vigor.

3.2.2. Variação da germinação e do vigor, causada pela aplicação de forças de compressão

O gráfico padrão (pg.11) mostra como é a variação da força de compressão aplicada em uma semente, com o passar do tempo ou com o acréscimo no deslocamento sofrido pelo produto.

Embora os trabalhos realizados até o momento façam referência somente ao ponto da biofalha, dizendo que a partir daí a germinação não mais é possível, "morrendo" a semente sob o ponto de vista biológico, procurou-se verificar o comportamento das sementes ao longo de toda a curva.

Devido ao enorme trabalho prático a ser executado, utilizou-se apenas a variedade Santa Rosa para o referido estudo.

Amostras de 50 sementes, retidas na peneira de furo circular igual a 16/64 polegadas, foram submetidas à forças de compressão, utilizando-se os grãos individualmente e em três posições diferentes: equilíbrio, hilo horizontal e hilo vertical, em relação ao plano de suporte da semente. (figura 6).

Na posição de equilíbrio aplicou-se forças desde 2 kgf até 16 kgf, sempre a intervalos de 2 kgf. Na posição em que o hilo estava horizontal, as forças variaram de 1 kgf a 7 kgf, sempre a intervalos de 1 kgf. Quando o hilo estava vertical variou-se de 1 kgf a 7 kgf, novamente com intervalos de 1 kgf. Quatro repetições (50 sementes cada) foram realizadas em cada caso, para cada valor da força de compressão.

A velocidade de aplicação das forças também variou, tendo sido utilizadas: 0,5 cm/min; 5 cm/min e 20 cm/min. É importante

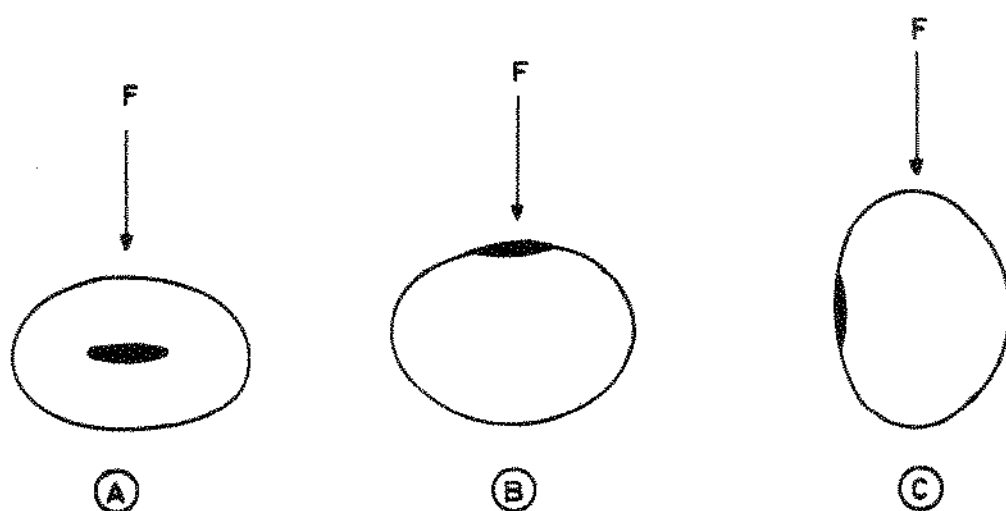


FIGURA 6. Posição das sementes de soja para a aplicação de forças de compressão. A- equilíbrio, B- hilo horizontal, C- hilo vertical.

ressaltar que as sementes apresentavam praticamente a mesma unidade, evitando-se, assim, a influência significativa desse fator.

Após realizadas as aplicações de forças, as amostras foram submetidas aos testes de germinação e vigor e os resultados foram analisados.

O teste de germinação utilizado foi, basicamente, o previsto pela legislação brasileira de sementes. A diferença consistiu no fato de utilizarmos 50 sementes em cada repetição, ao invés de 100, fato esse motivado pelo elevado número de amostras e a trabalhosa maneira de obtê-las. As sementes foram enroladas em papel apropriado, úmido, e colocadas em germinador, que controlava a temperatura a 20°C durante 16 horas e a 30°C durante 8 horas, alternadamente. As contagens foram feitas aos 4 e 8 dias, e os resultados expressos em % de sementes germinadas nesse período de tempo.

O teste de vigor utilizado foi o que consiste em submeter as sementes a 42°C e 100 % de umidade relativa, durante 48 horas e após tratamento efetuar-se o teste de germinação, conforme já descrito.

3.2.3. Determinação da resistência à compressão

Oito variedades de soja foram utilizadas nesse experimento. Primeiramente testou-se a resistência das sementes às forças de compressão, utilizando-se um método adotado pela American Society of Agricultural Engineers como recomendação (03). Com o equipamento Instron Universal, aplicou-se as forças de compres

são até a quebra das sementes, registrando-se todo o processo em gráficos. A velocidade de aplicação da força foi de 0,5 cm/min e a velocidade do papel de gráfico, de 50 cm/min. Utilizou-se, ainda, as três posições já citadas para as sementes, todas elas provenientes daquelas retidas na peneira de furos circulares de 16/ 64 polegadas e praticamente com o mesmo teor de umidade. Para cada variedade, em cada posição, utilizou-se 30 grãos, comprimidos individualmente.

Esses mesmos grãos foram posteriormente destinados às análises químicas de umidade, proteína, óleo, cinza e carboidrato.

Os gráficos obtidos foram analisados um a um, retirando-se deles os dados necessários para a realização dessa parte do experimento. Assim, a partir do início da aplicação da força, mediu-se distâncias de 3; 4; 5; 6 e 7 cm quando a posição era de equilíbrio e de 2; 3; 4 e 5 cm nas posições do hilo vertical e do hilo horizontal, verificando a seguir os valores das forças correspondentes a esses deslocamentos. Verificou-se também os valores da força, do deslocamento e do produto força x deslocamento, no ponto da biofalha. A seguir, calculou-se as grandezas estatísticas (média, desvio padrão e coeficiente de variação) de todos esses valores e procurou-se estabelecer possíveis correlações com os teores de óleo, proteína, cinza e carboidrato.

3.2.4. Determinação da composição química das sementes

O teor de umidade foi determinado em estufa a pressão atmosférica, utilizando-se uma temperatura de 105°C, durante 24

horas, método adotado pela ASAE (03).

A quantidade de proteína foi determinada pelo método de Kejdahl, adotado pela AOAC (77), utilizando-se um fator de 6,25 para transformação do teor de nitrogênio em proteína.

Quanto ao teor de óleo, utilizou-se a extração por éter de petróleo em refluxo, no equipamento Goldfish. Uma amostra de aproximadamente quatro gramas de soja moída era deixada no refluxo por cerca de cinco horas.

A quantidade de cinza foi determinada em mufla, a 550°C, durante cinco horas.

O teor de carboidratos foi obtido por diferença, já que todos os outros componentes foram determinados experimentalmente. As fibras foram incluídas, portanto, nesse teor.

3.2.5. Deterioração das sementes pelo aparecimento de fungos

Preparou-se amostras das oito variedades de soja, contendo 100 sementes cada, num total de cinco repetições em cada variedade. Essas amostras foram colocadas em ambientes controlados por soluções de ácido sulfúrico, que apresentavam 90 % de umidade relativa.

Diariamente, verificava-se se havia o aparecimento de fungos, que pudesse ser detectado visualmente. O experimento continuou até que todas as amostras estivessem totalmente contaminadas pelo aparecimento de fungos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. GERMINAÇÃO E VIGOR INICIAIS DAS AMOSTRAS

Imediatamente após a chegada das amostras ao laboratório, foi feita a análise de determinação da germinação e do vigor, demonstrando que as sementes estavam em bom estado, condição indispensável para o prosseguimento dos experimentos. Os dados obtidos foram os seguintes:

TABELA 01- Germinação e vigor iniciais das diversas variedades de soja.

Variedade	Germinação (%)	Vigor (%)
Santa Rosa	93	69
Davis	83	67
Viçoja	88	84
UFV 1	89	81
IAC 4	93	89
IAC 6	84	73
IAC 7	95	76
Bossier	76	68

4.2. VARIAÇÃO DA GERMINAÇÃO E DO VIGOR, EM FUNÇÃO DA FORÇA DE COMPRESSÃO APLICADA

4.2.1. Posição : Equilíbrio

TABELA 02- Variação da germinação e do vigor, em função da força de compressão aplicada, nas diferentes velocidades utilizadas.

Força (kgf)	Germinação (%)			Vigor (%)		
	0,5 cm/ min	5 cm/ min	20 cm/ min	0,5 cm/ min	5 cm/ min	20 cm/ min
2	95	96	94	68	68	60
4	93	94	94	60	52	41
6	94	94	90	56	38	19
8	95	93	85	35	20	0
10	97	90	73	19	10	0
12	90	78	60	14	5	0
14	83	66	42	7	0	0
16	57	38	20	0	0	0

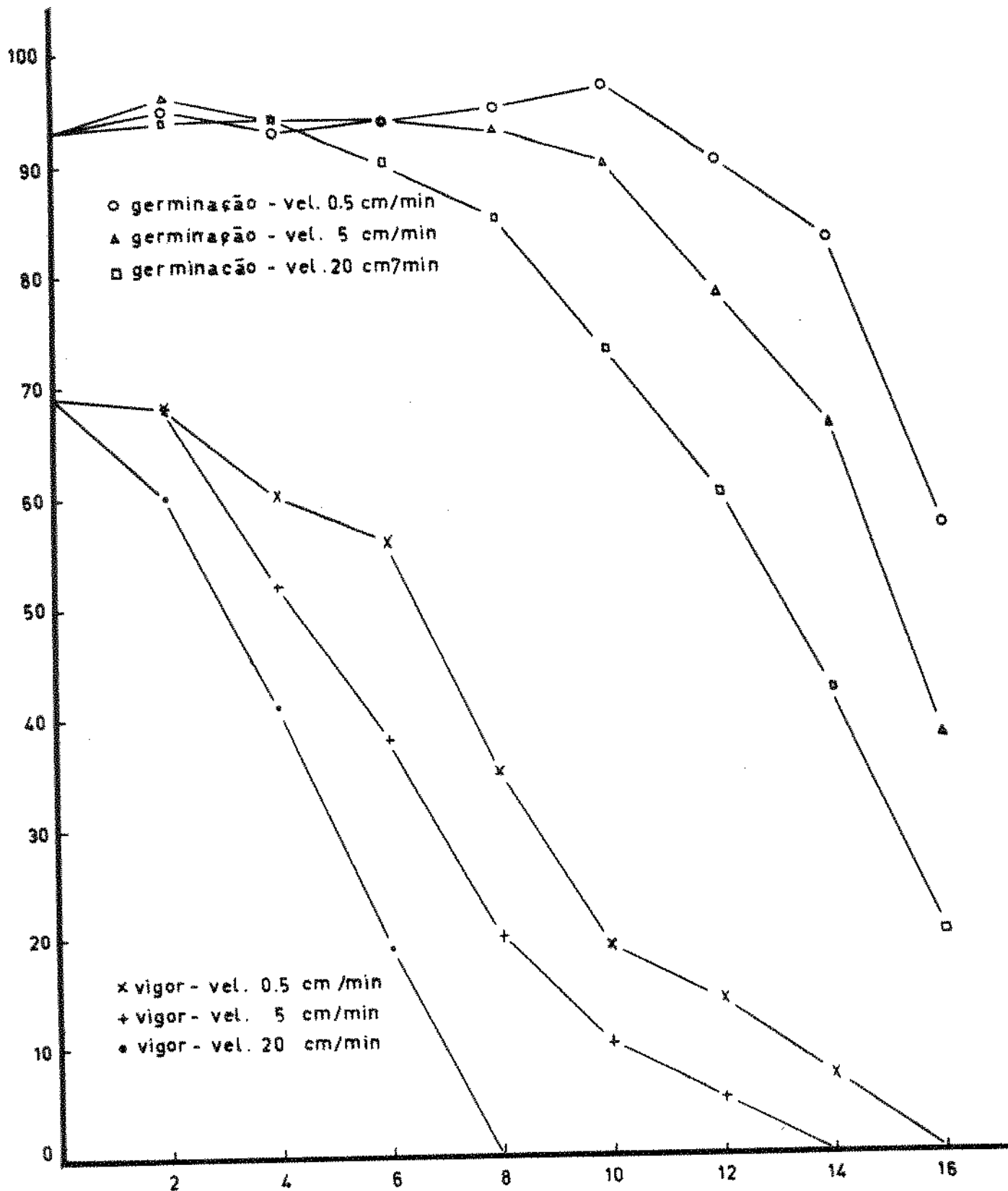


GRÁFICO 2. Variação da germinação e do vigor, em função da força de compressão aplicada, na posição de equilíbrio, destacando-se a influência da velocidade de aplicação das forças.

4.2.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 03- Variação da germinação e do vigor, em função da força de compressão aplicada, nas diferentes velocidades utilizadas.

Força (kgf)	Germinação (%)			Vigor (%)		
	0,5 cm/ min	5 cm/ min	20 cm/ min	0,5 cm/ min	5 cm/ min	20 cm/ min
1	95	93	95	69	68	68
2	94	94	95	58	66	67
3	95	94	95	67	68	61
4	91	92	90	63	60	42
5	82	79	70	54	50	22
6	85	70	63	29	26	5
7	59	47	30	7	2	0

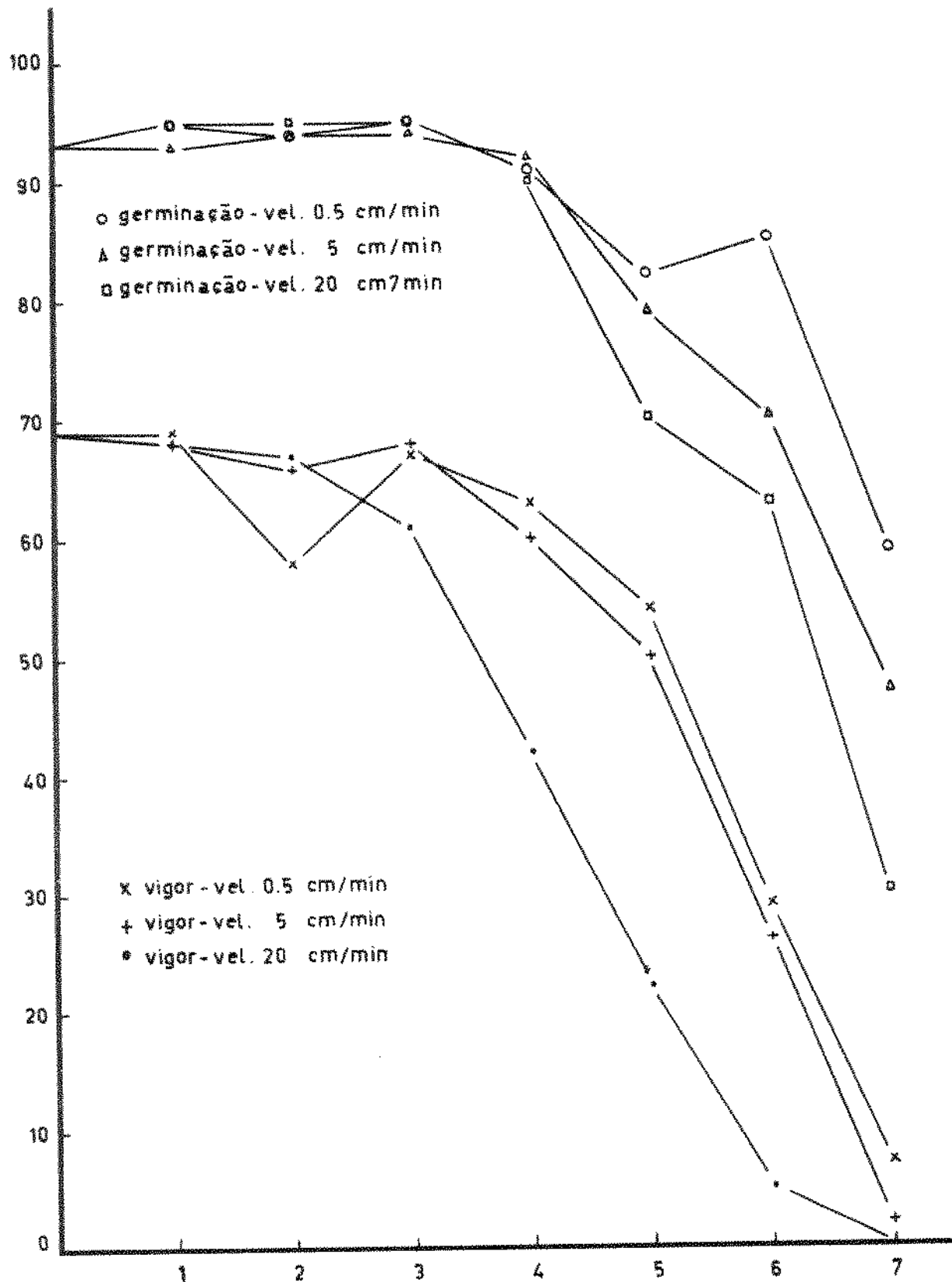


GRÁFICO 3- Variação da germinação e do vigor, em função da força de compressão aplicada, na posição hilo horizontal, destacando-se a influência da velocidade de aplicação das forças.

4.2.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 04- Variação da germinação e do vigor, em função da força de compressão aplicada, nas diferentes velocidades utilizadas.

Força (kgf)	Germinação (%)			Vigor (%)		
	0,5 cm/ min	5 cm/ min	20 cm/ min	0,5 cm/ min	5 cm/ min	20 cm/ min
1	95	93	94	71	69	68
2	89	94	93	72	68	70
3	94	94	94	74	68	56
4	95	91	92	56	47	39
5	92	82	70	43	30	9
6	88	68	59	17	3	0
7	67	44	25	0	0	0

Os resultados apresentados nesse item da pesquisa mostram uma acentuada influência da posição da semente quando a força é aplicada e uma moderada influência da velocidade de aplicação de força de compressão.

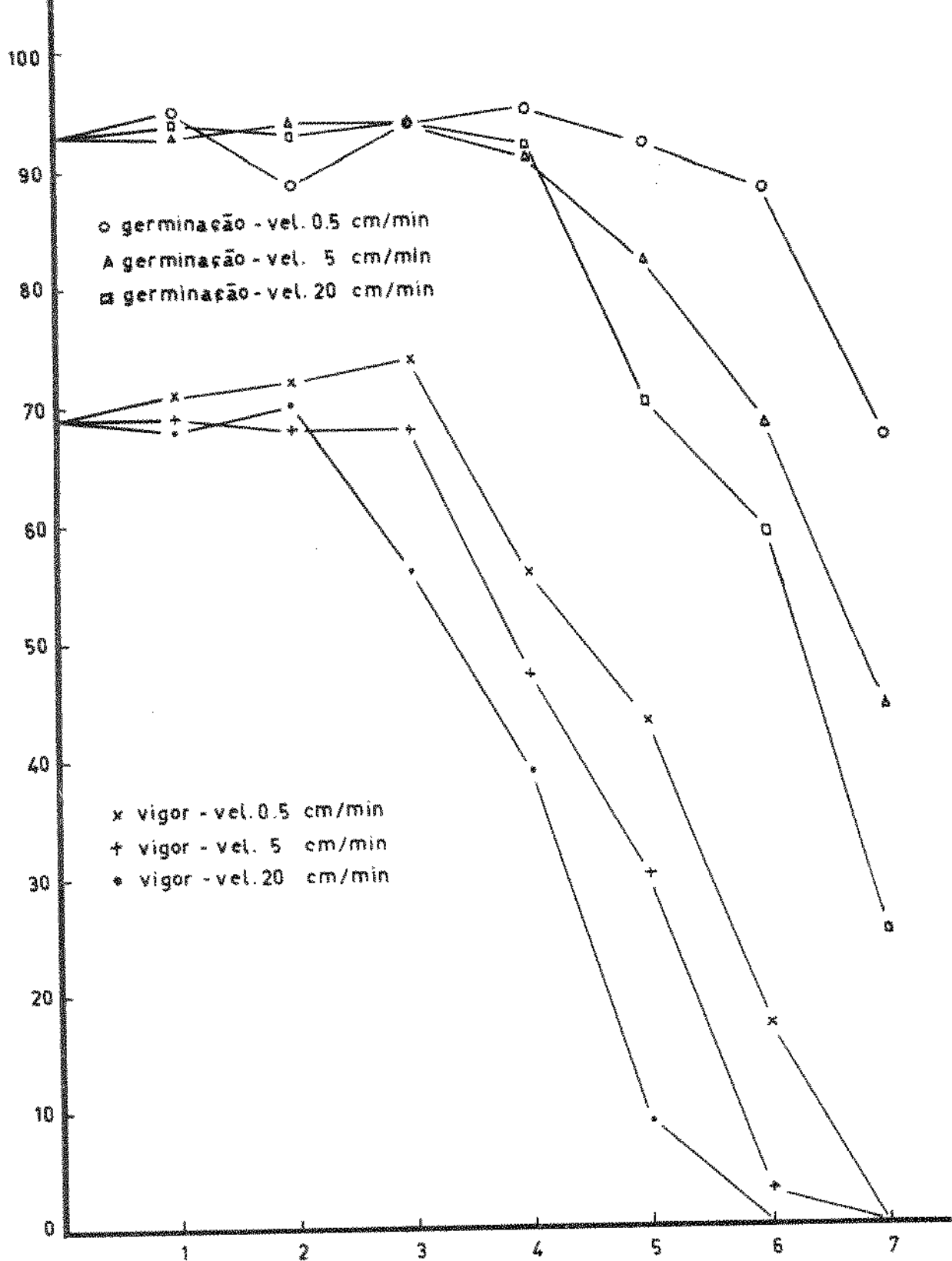


GRÁFICO 4- Variação da germinação e do vigor, em função da força de compressão aplicada, na posição hilo vertical, destacando-se a influência da velocidade de aplicação das forças.

Quando a semente está na posição de equilíbrio, a germinação e o vigor resistem até aplicação de forças maiores que nas outras duas posições. Esses resultados nos parecem coerentes com os poucos dados existentes na literatura, principalmente os de Bilasnkí (07), Paulsen (81) e de Jorge (58). Nesses trabalhos é indicada a existência de uma maior resistência de grãos à fratura quando estes estão em sua posição de equilíbrio. Como, no caso, a germinação e o vigor estão associados a essa quebra da semente, é de se esperar que quanto mais próximos estivermos da ocorrência desse fenômeno, mais afetada terá sido a semente sob o ponto de vista biológico.

É preciso observar aqui que os resultados mostram uma certa precipitação por parte da teoria que diz que o ponto da biofalha é o limite da vida biológica da semente. De acordo com os dados só podemos aceitar isto, se considerarmos o valor comercial da semente, ou seja, a exigência de um mínimo de 60% de germinação. Mas, vários autores afirmam que após o ponto da biofalha, não há mais germinação. É justamente com esta generalização que não podemos concordar. Por exemplo, o ponto da biofalha para a posição de equilíbrio é de aproximadamente 13 kgf, mas para forças de 14 kgf e 16 kgf (tabela 4.2.1) as germinações foram, respectivamente, 83 % e 57 %. Contudo, o vigor apresentado por essas amostras foi de 7 % e 0 %, ou seja, em condições reais(e não ideais) não aconteceria a germinação ou esta seria muito pequena.

Este fato mostra, por outro lado, que o teste de vigor é muito mais representativo e melhor para registrar variações na qualidade das sementes, aspecto já ressaltado por autores citados

em nossa revisão bibliográfica (115) (112).

Nas outras posições, sempre houve germinação de uma certa porcentagem das sementes, mesmo depois de atingido o ponto da biofalha, mas em todos esses casos o vigor esteve em níveis irrisórios.

Resta, ainda, analisar a influência da velocidade de aplicação da força de compressão. Antes porém, é preciso ressaltar a controvérsia que existe sobre esse aspecto do problema. Fletcher III (38) acha que a resistência diminui com o aumento da velocidade de aplicação da força, mas só até certo ponto, aumentando depois. Por outro lado, Voisey e Hunt (119) concluem pelo aumento da resistência quando a velocidade também aumenta. Nesses trabalhos várias considerações são realizadas, com destaque no segundo, para a precisão de registro da pena que descreveu o gráfico no papel, quando da utilização do equipamento Instron Universal.

No caso do nosso experimento, preferimos não arriscar um prognóstico teórico, mas analisar simplesmente os resultados obtidos. E esses mostram que a germinação e o vigor diminuíram com o acréscimo da velocidade de aplicação da força. Ora, isso significa que, para a aplicação de uma mesma força de compressão, as velocidades maiores causaram mais danos à semente do que as menores. Achamos que, de certa forma, esse resultado nos parece coerente, se considerarmos que o impacto possa ter afetado, por si só, a capacidade germinativa das sementes. Aliás, sabemos que as forças de impacto podem provocar a diminuição na germinação (22) (46) (66), mas em condições um pouco diferentes daquelas do nosso trabalho. Assim sendo, temos que considerar que, provavelmente, a

resistência do grão às forças de compressão decresce com o incremento da velocidade de aplicação das citadas forças. Isso nos leva a concordar mais com Fletcher III do que com Voisey e Hunt, mas é preciso enfatizar que nenhum dos dois trabalhos foram realizados com grãos, sendo que o primeiro trabalhou com frutas e os segundos, com ovos.

Em termos práticos podemos considerar, ao analisarmos os dados, que é possível aplicar forças de compressão sem destruir o poder germinativo da semente e caracterizá-la pelo valor apresentado para a resistência. Essas considerações valem para qualquer das posições pesquisadas, mas de acordo com os resultados obtidos, é mais adequado utilizarmos velocidades bem baixas para a aplicação das forças, pois elas afetam menos a germinação e o vigor.

Em termos numéricos, podemos sugerir que forças equivalentes à metade daquela registrada no ponto da biofalha não altera expressivamente os valores da germinação e nem do vigor, o que é extremamente importante. Exemplificando, isso significa que, se o ponto da biofalha é de 13 kgf, numa determinada posição para a semente, podemos aplicar uma força de compressão de aproximadamente 6,5 kgf e ainda ter a mesma semente em condições de germinar e produzir nova planta. Todas essas considerações são válidas para uma velocidade de aplicação das forças de 0,5 cm/min. Aliás, esse valor é o recomendado pela ASAE, para testes com grãos (03) (05).

4.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS VARIEDADES DE SOJA

TABELA 05- Composição química das oito variedades de soja utili
zadas.

Variedade	Umidade (%)	Proteína (%)	Óleo (%)	Cinza (%)	Carboidrato (%)
Santa Rosa	8,30	36,12	18,98	4,51	32,09
Davis	8,12	36,45	15,77	4,66	35,00
Viçoja	8,74	39,11	17,47	4,78	29,90
UFV 1	8,42	39,86	16,37	4,54	30,81
IAC 4	8,37	36,66	17,99	4,69	32,29
IAC 6	8,26	39,11	16,13	4,73	31,77
IAC 7	8,27	37,84	18,01	4,05	31,83
Bossier	8,69	37,63	18,16	4,68	30,84

Os dados, em porcentagem, constantes nessa tabela, são referentes à base úmida.

A única observação digna de nota no momento é que os dados obtidos para a composição química, quando comparados com os apresentados na revisão bibliográfica, mostram que existem certas semelhanças, mas que ocorrem também algumas discrepâncias. Acreditamos que isso tem razão de ocorrer, pois muitas vezes os métodos utilizados diferem e os locais de onde provém a amostra não são sempre os mesmos. Esses fatores realmente podem contribuir para causar pequenas, mas significativas diferenças nas determinações das composições químicas.

4.4. RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE FUNGOS

TABELA 06- Porcentagem de grãos contaminados, em cada variedade, em função do tempo.

Dias								
Variedade	4	5	6	7	9	12	14	15
Santa Rosa	0	0	1	5	32	57	79	100
	0	0	2	5	34	60	79	100
	0	0	0	4	31	52	78	100
	0	0	0	3	31	61	85	100
	0	0	2	7	34	62	85	100
Davis	0	0	5	40	100	100		
	0	0	7	44	100	100		
	0	0	5	39	98	100	—	—
	0	0	5	42	100	100		
	0	0	4	40	100	100		
Viçosa	0	0	10	25	85	100		
	0	0	11	25	88	100		
	0	0	10	27	86	100	—	—
	0	0	13	32	90	100		
	0	0	8	21	80	100		
UFV 1	5	10	28	68	93	100		
	3	7	32	68	94	100		
	3	8	27	65	95	100	—	—
	6	10	29	70	99	100		
	8	14	35	72	98	100		
IAC 4	0	0	5	13	68	95	100	
	0	0	2	10	62	94	100	
	0	0	6	14	67	96	100	—
	0	0	6	12	67	94	100	
	0	0	6	15	72	99	100	
IAC 6	31	97	100					
	27	95	100					
	42	100	100	—	—	—	—	—
	32	100	100					
	30	100	100					
IAC 7	0	0	8	48	90	95	98	100
	0	0	9	47	88	94	100	100
	0	0	5	47	87	94	96	100
	0	0	5	50	90	95	100	100
	0	0	11	56	91	95	100	100
Bossier	12	40	63	93	100			
	10	40	65	92	100			
	13	43	65	90	100	—	—	—
	9	41	64	97	100			
	9	40	62	94	100			

TABELA 07- Porcentagem (média das repetições) de grãos contami-
nados, em cada variedade, em função do tempo.

Variedade	Dias							
	4	5	6	7	9	12	14	15
Santa Rosa	0	0	1	5	33	59	82	100
Davis	0	0	6	41	100	—	—	—
Viçoja	0	0	11	26	86	100	—	—
UFV 1	5	10	31	69	96	100	—	—
IAC 4	0	0	5	13	68	96	100	—
IAC 6	33	99	100	—	—	—	—	—
IAC 7	0	0	8	50	90	95	99	100
Bossier	11	41	64	94	100	—	—	—

4.5. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO. DADOS OBTIDOS COM A ANÁLISE DOS GRÁFICOS DO EQUIPAMENTO INSTRON UNIVERSAL

4.5.1. Variedade Santa Rosa
4.5.1.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 08- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

equipamento Instron Universal.								
força(kgf) no pto. da biofalha	força(kgf) após desloc. de 3 cm	força(kgf) após desloc. de 4 cm	força(kgf) após desloc. de 5 cm	força(kgf) após desloc. de 6 cm	força(kgf) após desloc. de 7 cm	desloc.(cm) no pto. da biofalha	força x desloc. (kgf.cm)no pto. da biofalha	
14,2	4,7	6,2	7,6	8,8	9,9	11,8	167,6	
12,4	4,4	5,8	7,1	8,2	9,2	10,5	130,2	
13,4	5,6	7,2	8,7	10,0	11,1	9,3	124,6	
12,7	4,7	6,1	7,4	8,6	9,6	10,3	130,8	
14,0	5,5	7,0	8,4	9,6	10,6	10,5	147,0	
13,0	4,2	5,5	6,7	7,8	8,8	12,4	161,2	
12,6	5,6	7,0	8,4	9,5	10,5	9,4	118,4	
12,2	5,1	6,4	7,6	8,8	9,8	9,7	118,3	
13,0	4,7	6,0	7,3	8,4	9,4	11,5	149,5	
11,0	4,5	5,9	7,1	8,1	9,0	10,0	110,0	
11,9	5,0	6,4	7,8	8,9	9,9	9,6	114,2	
13,2	5,1	6,6	8,0	9,1	10,2	10,4	137,3	
12,3	5,5	7,2	8,5	9,7	10,8	8,5	104,6	
12,4	4,2	5,5	6,7	7,7	8,6	11,9	147,6	
11,9	3,8	5,0	6,1	7,1	8,0	12,2	145,2	
12,8	4,4	5,9	7,1	8,2	9,2	11,3	144,6	
12,6	4,0	5,4	6,7	7,9	8,9	12,2	153,7	
13,0	4,1	5,5	6,7	7,8	8,7	13,1	170,3	
10,8	3,9	5,0	6,1	7,1	8,0	11,1	119,9	
11,9	4,2	5,7	6,9	8,0	8,9	10,9	129,7	
11,9	4,6	5,9	7,2	8,4	9,4	10,3	122,6	
13,7	4,7	6,1	7,3	8,5	9,5	11,7	160,3	
11,3	3,9	5,3	6,4	7,5	8,4	11,0	124,3	
13,4	4,6	6,1	7,4	8,6	9,6	11,3	151,4	
10,5	4,2	5,4	6,5	7,5	8,4	10,1	106,1	
14,0	4,0	5,3	6,4	7,5	8,4	14,0	196,0	
13,7	5,0	6,5	7,9	9,0	10,0	11,4	156,2	
11,4	5,1	6,6	8,0	9,1	10,1	8,8	100,3	
12,1	4,8	6,2	7,5	8,6	9,7	9,7	117,4	
11,4	4,8	6,4	7,8	9,0	10,1	8,7	99,2	
Média	12,49	4,63	6,04	7,31	8,43	9,42	10,79	135,28
Desvio Padrão	0,98	0,53	0,62	0,71	0,76	0,82	1,32	23,47
Coefficiente Variação (%)	7,87	11,42	10,21	9,76	9,04	8,69	12,20	17,35

4.5.1.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 09- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	6,7	1,6	2,4	3,1	3,8	9,0	60,3
	5,2	1,4	2,0	2,9	3,8	7,0	36,4
	7,4	2,2	3,0	4,1	5,0	7,5	55,5
	5,2	1,4	2,1	2,9	3,6	7,1	36,9
	5,4	0,8	1,4	2,0	2,7	8,6	46,4
	6,3	1,4	2,2	3,2	4,2	7,8	49,1
	7,0	1,9	2,7	3,7	4,8	7,8	54,6
	5,7	1,6	2,5	3,4	4,3	6,5	37,1
	6,4	1,5	2,5	3,4	4,4	7,9	50,6
	6,2	1,6	2,4	3,3	4,2	7,5	46,5
	6,4	1,8	2,5	3,2	4,2	7,6	48,6
	6,6	2,0	3,2	4,0	5,1	6,7	44,2
	5,4	1,7	2,4	3,3	4,0	7,1	38,3
	5,9	1,9	2,8	3,7	4,6	6,8	40,1
	5,7	1,6	2,6	3,6	4,4	6,7	38,2
	6,0	1,8	2,6	3,2	3,9	8,0	48,0
	6,1	1,6	2,2	3,0	3,7	8,7	53,1
	6,6	1,9	3,1	4,2	5,1	6,7	44,2
	6,2	1,4	2,5	3,4	4,2	8,2	50,8
	7,1	1,7	2,6	3,4	4,4	9,0	63,9
	7,6	1,8	3,0	4,2	5,4	7,3	55,5
	6,6	1,4	2,5	3,6	4,5	8,1	53,5
	6,3	1,9	2,7	3,7	4,7	7,4	46,6
	6,3	1,8	3,0	4,2	5,3	6,5	41,0
	6,2	1,4	2,0	2,6	3,4	9,1	56,4
	6,6	1,7	2,7	3,7	4,6	8,4	55,4
	5,7	1,2	2,0	2,6	3,2	9,7	55,3
	5,9	1,7	2,5	3,4	4,2	7,1	41,9
	6,9	1,8	2,8	3,7	4,6	8,0	55,2
	5,6	1,2	2,2	2,9	3,7	7,5	42,0
Média	6,24	1,62	2,50	3,39	4,27	7,71	48,19
Desvio Padrão	0,61	0,28	0,39	0,51	0,62	0,85	7,54
Coefficiente Variação (%)	9,83	17,40	15,47	15,19	14,62	11,02	15,65

4.5.1.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 10- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força(kgf) no ponto da bio- falha	força(kgf) após deslocamento de 2 cm	força(kgf) após deslocamento de 3 cm	força(kgf) após deslocamento de 4 cm	força(kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento(cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	8,4	1,0	2,1	3,2	4,3	8,8	73,9
	9,1	1,8	2,9	3,9	5,0	8,8	80,1
	6,9	1,5	2,4	3,4	4,4	7,7	53,1
	7,2	2,0	3,0	4,2	5,4	6,8	49,0
	7,7	2,4	3,6	4,6	5,6	7,3	56,2
	7,2	1,3	2,2	3,2	4,0	8,8	63,4
	7,9	1,5	2,0	2,8	3,6	10,0	79,0
	6,1	1,5	2,6	3,7	4,8	6,4	39,0
	7,8	2,2	3,3	4,3	5,3	7,6	59,3
	7,5	2,4	3,5	4,6	5,6	7,0	52,5
	7,5	1,9	3,0	4,1	5,2	7,5	56,3
	7,7	1,4	2,4	3,4	4,4	8,7	67,0
	7,1	1,6	2,5	3,5	4,4	8,0	56,8
	6,6	1,4	2,4	3,2	4,1	7,7	50,8
	7,0	1,2	2,0	2,8	3,6	8,8	61,6
	6,5	1,9	2,8	3,6	4,5	7,6	49,4
	6,3	2,0	3,0	3,8	4,7	6,8	42,8
	7,1	2,4	3,7	4,9	6,2	6,0	42,6
	7,4	1,6	2,6	3,6	4,6	7,7	57,0
	7,1	1,4	2,2	3,0	3,9	8,2	58,2
	6,8	1,9	3,1	4,2	5,3	6,6	44,9
	6,6	1,2	2,1	3,0	4,0	8,1	53,5
	6,6	1,1	2,1	3,3	4,6	6,8	44,9
	7,8	1,1	2,1	3,2	4,2	8,7	67,9
	6,7	0,9	1,8	2,8	3,7	8,4	56,3
	6,6	1,6	2,6	3,6	4,7	7,3	48,2
	6,7	1,4	2,1	2,8	3,6	8,5	57,0
	6,3	1,4	2,2	3,2	4,0	7,4	46,6
	6,0	1,6	2,5	3,4	4,5	6,5	39,0
	8,3	2,2	3,4	4,6	5,7	7,7	63,9
Média	7,15	1,63	2,61	3,60	4,60	7,74	55,67
Desvio Padrão	0,72	0,43	0,53	0,60	0,69	0,92	10,72
Coefficiente Variação(%)	10,10	26,13	20,45	16,80	15,11	11,83	19,25

4.5.2. Variedade Davis

4.5.2.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 11- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força(kgf) no ponto da bio- falha	força(kgf)após deslocamento de 3 cm	força(kgf)após deslocamento de 4 cm	força(kgf)após deslocamento de 5 cm	força(kgf)após deslocamento de 6 cm	força(kgf)após deslocamento de 7 cm	deslocamento(cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm)no ponto da biofalha
	10,6	5,9	7,6	9,4	10,6	—	6,0	63,6
	12,0	5,1	6,6	8,2	9,4	10,6	8,6	103,2
	12,6	5,7	7,4	8,9	10,3	11,5	7,9	99,5
	11,7	4,9	6,5	7,9	9,2	10,3	8,3	97,1
	11,6	5,6	7,3	9,0	10,4	11,6	7,1	82,4
	11,3	5,3	6,9	8,4	9,8	11,2	7,4	83,6
	12,3	5,9	7,7	9,3	10,8	12,1	7,2	88,6
	10,3	5,4	7,0	8,4	9,6	10,3	7,0	72,1
	11,0	4,6	6,0	7,2	8,4	9,6	8,5	93,5
	12,5	6,2	8,0	9,6	11,1	12,3	7,3	91,3
	12,6	4,4	5,8	7,1	8,4	9,4	10,2	128,5
	11,2	5,4	7,0	8,4	9,8	11,0	7,2	80,6
	11,8	4,9	6,5	8,0	9,3	10,4	9,2	108,6
	11,7	4,8	6,4	7,8	9,2	10,2	8,5	99,5
	11,8	5,4	7,0	8,5	9,8	10,8	7,7	90,9
	12,4	5,2	6,8	8,3	9,7	10,9	8,5	105,4
	10,9	5,1	6,7	8,1	9,4	10,7	7,3	79,6
	11,7	5,0	6,6	8,1	9,5	10,6	8,0	93,6
	10,2	5,5	7,0	8,4	9,3	9,2	7,8	79,6
	11,4	5,4	7,1	8,6	9,8	11,0	7,5	85,5
	11,4	5,0	6,4	7,8	9,0	10,1	8,3	94,6
	11,4	6,0	7,8	9,4	10,9	—	6,5	74,1
	10,5	5,7	7,4	8,8	10,1	—	6,6	69,3
	11,4	5,9	7,6	8,9	9,6	10,2	8,2	93,5
	10,9	4,6	6,1	7,4	8,6	9,6	8,4	91,6
	12,4	5,9	7,5	9,0	10,3	11,5	7,9	98,0
	11,2	5,6	7,3	8,6	10,0	11,0	7,0	78,4
	13,1	4,5	6,0	7,4	8,6	9,6	10,7	140,2
	14,0	5,4	6,9	8,4	9,7	10,8	10,2	142,8
	12,8	4,0	5,4	6,6	7,7	8,7	12,8	163,8
Média	11,69	5,28	6,88	8,33	9,61	10,56	8,13	95,77
Desvio Padrão	0,87	0,53	0,63	0,73	0,79	0,87	1,40	22,45
Coefficiente Variação(%)	7,42	10,12	9,22	8,72	8,20	8,21	17,18	23,44

4.5.2.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 12- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	4,6	1,3	2,0	2,8	3,6	6,2	28,5
	6,3	2,0	3,1	4,2	5,2	6,4	40,3
	4,8	1,8	3,0	4,2	-	4,4	21,1
	8,7	1,5	2,5	3,5	4,4	10,1	87,9
	7,3	2,0	3,2	4,2	5,0	7,1	51,8
	5,2	2,3	3,1	3,9	4,9	5,4	28,1
	5,1	1,5	2,2	2,8	3,8	7,1	36,2
	7,4	2,5	3,8	5,0	6,2	6,3	46,6
	4,8	1,4	2,2	3,1	4,0	6,0	28,8
	6,6	2,0	3,1	4,2	5,3	6,7	44,2
	8,0	2,0	3,1	4,2	5,2	7,9	63,2
	6,8	1,8	2,6	3,6	4,8	6,9	46,9
	6,6	1,8	2,8	4,2	5,3	6,4	42,2
	7,4	2,5	3,8	5,2	6,4	6,2	45,9
	8,2	2,4	3,6	4,8	5,9	7,9	64,8
	7,4	2,2	3,5	4,7	5,9	6,2	45,9
	7,6	1,9	3,2	4,5	5,7	6,9	52,4
	8,3	2,0	3,2	4,3	5,6	7,5	62,3
	6,0	1,8	2,8	3,7	4,9	6,2	37,2
	7,4	1,6	2,4	3,3	4,3	7,9	58,5
	6,1	1,8	2,7	3,9	5,0	5,9	36,0
	7,0	2,4	3,5	4,8	6,1	5,9	41,3
	6,4	2,0	3,2	4,3	5,3	6,1	39,0
	6,3	2,1	3,2	3,9	5,2	6,1	38,4
	4,5	1,8	2,6	3,4	4,3	5,3	23,9
	6,4	2,4	3,4	4,7	5,9	5,6	35,8
	5,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,9	34,2
	6,1	2,2	3,3	4,5	5,6	5,6	34,2
	7,2	1,9	2,9	4,0	5,0	7,6	54,7
	6,1	2,0	2,8	3,8	4,7	6,9	42,1
Média	6,55	1,96	2,99	4,05	5,11	6,55	43,75
Desvio Padrão	1,14	0,32	0,46	0,61	0,71	1,07	14,03
Coefficiente Variação (%)	17,36	16,20	15,35	14,99	13,92	16,27	32,07

4.5.2.3. Posição : Hilo Vertical

TABELA 13- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	8,5	2,5	3,8	5,1	6,4	7,2	61,2
	9,0	2,2	3,2	4,2	5,4	8,4	75,6
	8,6	1,8	2,8	4,0	5,1	8,6	74,0
	9,0	2,0	3,2	4,3	5,4	8,7	78,3
	8,4	2,3	3,4	4,7	6,0	7,5	63,0
	8,2	1,9	2,9	4,0	5,1	8,0	65,6
	8,4	2,1	3,2	4,3	5,7	8,0	67,2
	9,4	2,6	4,0	5,3	6,6	7,2	67,7
	6,9	2,4	3,5	4,8	6,0	6,4	44,2
	7,2	1,8	2,8	3,8	4,9	7,9	56,9
	6,4	1,6	2,5	3,5	4,5	7,6	48,6
	8,9	2,0	3,2	4,2	5,3	8,7	77,4
	7,4	2,3	3,4	4,4	5,5	6,8	50,3
	8,2	2,3	3,4	4,4	5,5	8,1	66,4
	8,8	2,1	3,0	4,0	5,0	9,5	83,6
	7,6	2,1	3,2	4,3	5,4	7,1	54,0
	7,4	2,0	3,1	4,3	5,4	6,9	51,1
	6,4	2,0	3,1	4,2	5,3	6,0	38,4
	7,6	1,7	2,8	3,8	4,9	7,3	55,5
	7,2	1,9	2,8	3,6	4,5	8,4	60,5
	6,2	0,8	1,6	2,4	3,3	7,9	49,0
	8,0	2,3	3,6	4,7	6,0	6,9	55,2
	8,6	2,2	3,4	4,6	5,7	7,5	64,5
	6,6	2,0	3,1	4,2	5,2	6,5	42,9
	7,4	2,7	4,0	5,4	6,5	5,8	42,9
	7,6	2,1	3,1	4,2	5,2	7,2	54,7
	6,3	1,8	2,8	3,8	4,8	6,9	43,5
	6,0	2,2	3,4	4,7	6,0	5,3	31,8
	8,9	3,0	4,2	5,6	6,8	7,7	68,5
	7,2	0,7	1,6	2,6	3,6	8,6	61,9
Média	7,74	2,05	3,14	4,25	5,37	7,49	58,48
Desvio Padrão	0,97	0,46	0,57	0,69	0,78	0,95	12,82
Coefficiente Variação(%)	12,58	22,65	18,29	16,36	14,59	12,74	21,92

4.5.3. Variedade Viçosa

4.5.3.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 14- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	força (kgf) após deslocamento de 6 cm	força (kgf) após deslocamento de 7 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	9,8	4,9	6,5	7,9	8,8	—	6,9	67,6
	11,2	5,1	6,8	7,7	8,8	10,0	8,3	93,0
	9,8	5,8	7,4	8,4	9,8	—	6,0	58,8
	10,0	6,2	8,0	9,6	—	—	5,3	53,0
	10,0	4,4	5,9	7,2	7,8	8,7	8,1	81,0
	13,2	5,8	7,3	8,0	9,0	10,2	10,4	137,3
	10,0	5,1	6,6	7,9	9,0	10,0	7,0	70,0
	11,2	6,0	7,7	9,3	10,8	—	6,4	71,7
	13,8	5,5	7,0	7,9	8,7	9,8	10,9	150,4
	12,6	6,7	8,0	8,9	10,2	11,6	8,1	102,1
	9,9	5,7	7,4	8,8	—	—	5,9	58,4
	10,8	5,8	7,4	8,3	9,8	—	6,8	73,4
	10,8	6,0	7,7	8,8	10,2	—	6,5	70,2
	13,0	6,0	7,8	9,3	10,6	11,9	7,9	102,7
	14,2	5,6	7,3	8,9	10,3	11,6	9,2	130,6
	12,4	6,0	7,8	9,4	10,8	12,1	7,2	89,3
	13,4	6,3	8,2	9,8	11,3	12,6	7,5	100,5
	12,8	5,5	7,2	8,6	9,9	11,3	8,2	105,0
	14,6	5,7	7,3	8,8	10,0	11,1	10,4	151,8
	13,0	5,5	7,1	8,6	10,0	11,2	8,4	109,2
	14,5	4,6	6,1	7,3	8,5	9,7	11,8	171,1
	14,5	5,9	7,6	9,2	10,5	11,8	9,6	139,2
	10,5	6,5	8,4	10,0	—	—	5,3	55,7
	14,2	6,0	7,8	9,4	10,9	12,2	8,6	122,1
	10,3	5,3	7,0	8,6	9,9	10,3	7,1	73,1
	10,0	5,4	7,1	8,6	10,0	—	6,1	61,0
	10,0	5,4	7,1	8,6	9,9	—	6,1	61,0
	9,9	5,1	6,5	7,4	8,8	—	6,9	68,3
	10,8	5,8	7,2	8,4	9,7	10,8	7,3	78,8
	10,6	5,9	7,6	8,8	10,0	—	6,5	68,9
Média	11,73	5,65	7,29	8,61	9,78	10,94	7,69	92,51
Desvio Padrão	1,74	0,52	0,59	0,73	0,84	1,06	1,67	33,08
Coefficiente Variação(%)	14,83	9,20	8,06	8,42	8,63	9,68	21,66	35,75

4.5.3.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 15- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	8,0	1,7	2,6	3,6	4,6	8,7	69,6
	6,6	1,5	2,3	3,0	3,6	9,0	59,4
	7,2	2,0	2,8	3,6	4,6	8,1	58,3
	6,3	1,7	2,6	3,6	4,5	7,4	46,6
	6,6	2,2	3,4	4,8	5,2	6,5	42,9
	7,4	1,4	2,4	3,2	3,9	9,2	68,1
	7,6	1,9	2,8	3,7	4,6	8,8	66,9
	6,2	1,8	2,8	3,6	4,4	6,8	42,2
	8,2	2,3	3,6	5,0	5,4	8,1	66,4
	7,4	1,8	2,9	3,8	4,9	7,7	57,0
	5,8	1,8	2,7	3,5	4,1	7,4	42,9
	7,6	1,5	2,4	3,3	4,0	9,5	72,2
	7,7	2,0	3,1	4,4	5,8	6,9	53,1
	5,4	1,4	2,2	3,0	3,6	7,8	42,1
	6,8	2,1	3,3	4,4	5,2	7,0	47,6
	5,9	2,1	3,0	4,2	5,2	5,7	33,6
	6,0	2,6	3,7	4,8	5,8	5,3	31,8
	6,3	1,8	2,8	3,8	4,8	6,3	39,7
	6,2	2,0	3,0	4,0	4,6	6,9	42,8
	5,9	1,7	2,7	3,6	4,4	6,9	40,7
	7,0	2,0	3,0	4,0	5,2	7,2	50,4
	6,2	1,8	2,7	3,5	4,4	7,1	44,0
	6,0	2,3	3,3	4,4	5,0	5,9	35,4
	7,3	1,9	2,8	3,7	4,4	8,3	60,6
	6,4	2,0	3,0	4,1	5,2	6,1	39,0
	6,6	2,1	3,3	4,5	5,6	6,1	40,3
	6,2	1,4	2,2	3,0	3,8	7,7	47,7
	6,6	2,1	3,1	4,2	5,3	6,6	43,6
	6,4	2,1	3,4	4,4	5,4	6,0	38,4
	6,0	1,8	2,8	3,7	4,5	6,9	41,4
Média	6,66	1,89	2,89	3,88	4,73	7,26	48,92
Desvio Padrão	0,72	0,29	0,39	0,54	0,62	1,09	11,40
Coefficiente Variação (%)	10,80	15,19	13,52	14,04	13,09	15,04	23,30

4.5.3.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 16- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	8,3	0,3	0,6	1,6	2,7	10,3	85,5
	6,9	1,4	2,5	3,5	4,5	7,5	51,8
	7,1	0,8	1,8	2,7	3,3	8,9	63,2
	7,1	1,9	2,7	3,5	4,6	7,6	54,0
	7,1	1,1	2,1	2,9	3,8	8,5	60,4
	8,7	2,6	3,3	4,5	5,7	7,7	67,0
	7,3	1,9	2,9	3,6	4,8	7,4	54,0
	8,5	1,9	2,9	3,8	4,8	9,0	76,5
	6,5	1,2	2,0	2,8	3,7	8,6	55,9
	7,4	1,5	2,5	3,5	4,5	8,0	59,2
	10,4	2,5	3,6	4,9	6,1	9,6	99,8
	7,6	2,1	3,1	4,1	5,2	7,8	59,3
	7,6	1,0	1,8	2,6	3,5	9,8	74,5
	6,8	2,3	3,4	4,5	5,6	6,2	42,2
	6,8	2,3	3,5	4,6	5,8	6,1	41,5
	8,9	2,5	3,4	4,5	5,7	8,2	73,0
	8,0	0,6	1,4	2,3	3,1	10,4	83,2
	8,8	1,9	2,9	3,9	5,1	9,0	79,2
	8,3	2,3	3,3	4,2	5,3	8,3	68,9
	9,4	2,1	2,9	3,9	4,8	10,6	99,6
	7,3	1,2	2,0	2,9	3,8	9,0	65,7
	8,4	2,7	3,7	4,8	5,9	7,3	61,3
	7,8	2,6	3,7	4,8	6,0	6,7	52,3
	8,7	2,1	3,1	4,1	5,2	8,5	74,0
	8,8	2,3	3,5	4,8	6,0	7,8	68,6
	8,3	1,2	1,9	2,6	3,4	11,9	98,8
	8,0	1,8	2,8	3,9	5,0	8,2	65,6
	7,0	1,6	2,6	3,5	4,5	7,6	53,2
	8,1	2,0	3,0	4,1	5,2	7,9	64,0
	9,3	2,6	3,7	4,9	6,1	7,7	71,6
Média	7,97	1,81	2,75	3,74	4,80	8,40	67,46
Desvio Padrão	0,92	0,65	0,77	0,87	0,98	1,30	15,25
Coeficiente Variação (%)	11,56	35,90	27,87	23,32	20,39	15,47	22,60

4.5.4. Variedade UFV 1

4.5.4.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 17- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	força (kgf) após deslocamento de 6 cm	força (kgf) após deslocamento de 7 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	16,5	7,0	9,0	10,8	12,4	13,8	9,1	150,2
	13,6	7,0	9,3	11,3	13,1	—	6,4	87,0
	15,2	6,2	8,2	10,0	11,5	13,0	8,7	132,2
	12,8	5,5	7,5	9,4	11,0	12,5	7,3	93,4
	16,0	7,6	9,5	11,4	13,2	14,6	8,0	128,0
	13,1	7,4	9,5	11,6	13,1	—	6,0	78,6
	14,9	5,1	6,8	8,4	9,8	11,0	10,4	155,0
	15,3	6,4	8,2	9,9	11,4	12,6	9,2	140,8
	15,0	6,9	9,0	11,0	12,6	14,1	7,6	114,0
	12,5	6,2	8,1	9,8	11,2	12,5	7,0	87,5
	15,6	6,1	7,9	9,6	10,9	12,2	10,0	156,0
	11,8	6,3	8,1	9,7	11,0	—	6,7	79,1
	13,8	5,8	7,6	9,4	10,9	12,4	8,0	110,4
	15,1	6,6	8,5	10,2	11,7	13,1	8,7	131,4
	13,9	6,6	8,6	10,2	11,6	12,9	7,7	107,0
	15,7	7,2	9,3	11,1	12,8	14,3	8,0	125,6
	14,9	7,3	9,2	11,1	12,7	14,2	7,6	113,2
	13,2	6,3	8,2	10,0	11,4	12,7	7,4	97,7
	16,6	8,0	10,6	12,5	14,2	16,0	7,4	122,8
	15,8	6,3	8,2	10,0	11,4	12,7	9,4	148,5
	14,6	7,0	9,0	11,0	12,6	14,0	7,5	109,5
	13,8	6,0	7,8	9,5	11,0	12,2	8,5	117,3
	12,2	5,4	7,1	8,5	9,8	10,9	8,3	101,3
	14,2	6,8	8,8	10,6	12,2	13,6	7,5	106,5
	14,4	5,8	7,6	9,5	11,0	12,3	9,1	131,0
	13,8	4,4	5,8	6,9	8,0	9,0	12,5	172,5
	13,8	6,0	7,8	9,5	11,1	12,4	8,4	115,9
	15,2	6,6	8,7	10,6	12,2	13,6	8,1	123,1
	19,1	9,8	12,0	13,9	15,6	16,9	9,6	183,4
	13,3	8,1	10,4	12,4	—	—	5,5	73,2
Média	14,52	6,59	8,54	10,33	11,77	13,06	8,19	119,74
Desvio Padrão	1,51	1,02	1,20	1,34	1,43	1,56	1,40	27,48
Coefficiente Variação(%)	10,43	15,48	14,03	13,00	12,16	11,98	17,04	22,95

4.5.4.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 18- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	8,9	1,6	2,5	3,6	4,8	9,2	81,9
	6,6	2,6	4,0	5,7	-	4,6	30,4
	8,5	1,6	2,7	3,7	4,7	9,5	80,8
	6,5	2,8	4,4	6,0	-	4,4	28,6
	8,4	1,8	2,6	3,4	4,3	9,6	80,6
	7,7	2,0	2,8	3,8	4,9	7,6	58,5
	6,3	1,2	2,0	2,9	3,8	8,6	54,2
	6,0	1,3	2,2	3,1	3,9	7,4	44,4
	7,2	1,5	2,4	3,3	4,2	8,1	58,3
	11,0	2,2	3,6	4,9	6,2	10,0	110,0
	6,5	2,1	3,1	4,2	5,4	6,1	39,7
	7,4	2,4	3,2	4,1	5,3	7,2	53,3
	4,5	1,9	3,0	4,2	-	4,3	19,4
	6,4	1,9	3,1	4,1	5,0	7,4	47,4
	7,3	1,8	2,6	3,8	4,9	7,2	52,6
	4,8	2,0	3,3	4,4	-	4,2	20,2
	8,0	2,1	3,1	4,3	5,3	7,8	62,4
	6,4	1,4	2,1	2,7	3,4	8,8	56,3
	6,8	1,8	2,6	3,4	4,4	8,5	57,8
	7,6	1,6	2,4	3,2	4,0	9,4	71,4
	13,2	2,9	4,9	6,6	8,2	9,2	121,4
	6,5	1,4	2,4	3,2	4,0	8,4	54,6
	7,4	2,2	3,4	4,6	5,3	6,8	50,3
	7,3	1,6	2,6	3,6	4,6	7,8	56,9
	6,9	2,2	3,2	4,2	5,3	6,6	45,5
	7,4	2,2	3,5	4,0	5,0	7,5	55,5
	6,9	2,7	4,1	5,1	6,6	5,3	36,6
	6,6	1,4	2,4	3,3	4,2	8,3	54,8
	5,1	1,7	2,7	3,8	4,8	5,3	27,0
	5,0	2,0	3,0	4,0	4,8	5,3	26,5
Média	7,17	1,93	3,00	4,04	4,90	7,35	54,58
Desvio Padrão	1,72	0,45	0,69	0,90	0,98	1,73	23,54
Coeficiente Variação (%)	24,02	23,22	22,98	22,33	20,10	23,49	43,14

4.5.4.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 19- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força(kgf) no ponto da bio- falha	força(kgf) após deslocamento de 2 cm	força(kgf) após deslocamento de 3 cm	força(kgf) após deslocamento de 4 cm	força(kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento(cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	9,0	0,7	1,6	2,6	3,8	9,1	81,9
	8,3	2,8	4,1	5,4	6,5	6,7	55,6
	7,8	2,7	4,0	5,1	6,2	6,3	49,1
	7,7	2,7	4,2	5,6	6,9	5,7	43,9
	10,0	2,7	3,8	5,1	6,4	8,0	80,0
	8,3	2,7	4,1	5,4	6,7	6,3	52,3
	8,6	0,4	1,2	2,1	3,0	11,3	97,2
	7,6	2,3	3,5	4,7	5,8	6,8	51,7
	8,1	2,4	3,6	4,8	5,8	7,4	59,9
	8,2	1,0	2,0	3,0	4,1	8,8	72,2
	10,0	2,9	4,6	6,2	7,7	7,1	71,0
	7,4	2,6	3,8	5,2	6,3	6,1	45,1
	7,9	2,1	3,4	4,6	5,8	7,3	57,7
	6,8	2,8	3,8	5,0	6,2	5,7	38,8
	9,6	2,8	4,3	5,8	7,0	7,1	68,2
	7,3	2,0	3,1	4,2	5,4	7,1	51,8
	7,4	2,0	3,0	4,1	5,2	6,7	49,6
	5,6	0,8	1,4	2,0	2,6	8,6	48,2
	5,8	1,8	3,0	4,1	5,3	5,5	31,9
	7,1	2,5	3,6	4,8	6,0	6,1	43,3
	6,7	2,0	3,1	4,2	5,3	6,4	42,9
	10,0	2,7	4,2	5,6	6,8	7,8	78,0
	7,0	2,4	3,5	4,7	6,0	5,9	41,3
	6,6	2,2	3,4	4,8	6,0	6,0	39,6
	7,0	1,8	2,8	3,7	4,8	7,0	49,0
	7,7	2,6	3,8	5,0	6,2	6,4	49,3
	8,0	1,6	2,9	4,1	5,2	7,5	60,0
	7,4	2,6	4,0	5,2	6,4	5,8	42,9
	7,6	3,0	4,4	5,8	7,0	5,7	43,3
	7,2	2,0	3,0	4,1	5,2	7,4	53,3
Média	7,79	2,19	3,37	4,57	5,72	6,99	54,97
Desvio Padrão	1,12	0,69	0,88	1,05	1,16	1,25	15,15
Coefficiente Variação(%)	14,32	31,61	25,97	23,03	20,30	17,94	27,57

4.5.5. Variedade IAC 4

4.5.5.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 20- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	força (kgf) após deslocamento de 6 cm	força (kgf) após deslocamento de 7 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	12,3	6,0	7,9	9,6	11,1	—	6,8	83,6
	14,2	5,9	7,7	9,4	10,9	12,2	8,7	123,5
	11,0	6,0	7,8	9,4	10,8	—	6,3	69,3
	11,2	4,5	6,1	7,4	8,7	9,9	8,7	97,4
	12,6	4,8	6,3	7,8	9,1	10,2	9,7	122,2
	12,2	5,4	7,1	8,7	10,3	11,6	7,5	91,5
	15,6	6,3	8,1	9,8	11,4	12,8	9,6	149,8
	12,1	5,7	7,5	9,1	10,4	11,8	7,2	87,1
	14,4	6,1	8,1	9,8	11,3	12,6	8,6	123,8
	13,1	6,2	8,3	10,1	11,8	13,1	7,2	94,3
	13,6	5,6	7,3	9,0	10,5	12,0	8,3	112,9
	12,4	5,3	7,0	8,6	10,1	11,4	8,2	101,7
	14,3	6,2	8,2	10,0	11,5	12,9	8,1	115,8
	10,2	6,7	8,6	10,2	—	—	5,1	52,0
	13,3	6,4	8,4	10,2	11,7	13,2	7,1	94,4
	12,7	6,3	8,2	10,1	11,7	—	6,7	85,1
	11,4	4,2	5,7	7,0	8,2	9,3	9,0	102,6
	12,5	5,7	7,6	9,3	10,8	12,1	7,4	92,5
	11,7	5,5	7,1	8,6	10,0	11,3	7,3	85,4
	9,9	3,7	5,1	6,3	7,3	8,4	8,7	86,1
	10,3	4,8	6,4	7,8	8,1	10,3	7,1	73,1
	12,2	5,7	7,5	9,3	10,8	12,2	7,2	87,8
	10,0	4,6	6,1	7,4	8,5	9,7	7,3	73,0
	10,9	5,4	7,1	8,7	10,1	—	6,8	74,1
	11,0	4,2	5,6	6,8	7,8	8,8	9,3	102,3
	12,5	3,6	5,7	7,6	9,4	10,8	7,7	96,3
	14,1	4,6	6,2	7,7	9,0	10,2	11,1	156,5
	14,2	4,2	5,7	7,0	8,2	9,4	12,5	177,5
	11,7	4,8	6,3	7,7	9,0	10,2	8,8	103,0
	11,8	6,0	7,7	9,4	10,8	—	6,8	80,2
Média	12,31	5,35	7,08	8,66	9,98	11,10	8,03	99,83
Desvio Padrão	1,45	0,86	1,00	1,16	1,33	1,43	1,48	26,86
Coefficiente Variação(%)	11,80	16,02	14,12	13,41	13,31	12,90	18,38	26,90

4.5.5.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 21- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	5,9	1,9	2,9	3,8	4,6	6,5	38,4
	7,8	1,8	3,0	4,0	5,1	7,5	58,5
	7,8	1,9	3,0	4,2	5,4	7,7	60,1
	5,6	1,5	2,4	3,6	4,8	5,7	31,9
	6,8	1,5	2,4	3,2	4,2	8,1	55,1
	6,2	2,3	3,4	4,6	5,6	5,5	34,1
	7,6	2,2	3,6	5,2	6,7	5,7	43,3
	5,4	1,8	2,9	4,2	—	4,9	26,5
	6,8	2,1	3,1	4,1	4,9	7,4	50,3
	4,9	1,6	2,6	3,7	4,8	5,2	25,5
	6,1	2,0	3,0	4,2	5,3	5,7	34,8
	8,1	2,4	3,9	5,4	6,8	6,0	48,6
	7,6	2,4	3,6	4,8	5,9	6,5	49,4
	5,8	1,5	2,3	3,2	4,2	6,8	39,4
	5,3	1,8	2,7	3,5	4,4	5,8	30,7
	6,6	2,6	3,8	4,9	6,2	5,4	35,6
	5,4	2,0	3,1	4,3	—	4,9	26,5
	5,7	2,5	3,6	4,8	—	4,7	26,8
	5,2	1,8	2,6	3,4	4,5	5,8	30,2
	6,0	1,7	2,7	3,8	4,8	6,2	37,2
	5,7	1,4	2,2	3,0	3,9	7,1	40,5
	4,8	1,5	2,2	3,0	3,8	6,0	28,8
	5,4	2,0	3,1	4,0	5,8	5,8	31,3
	4,5	1,5	2,4	3,5	4,5	5,0	22,5
	5,5	2,0	2,9	4,0	4,9	5,5	30,3
	6,5	1,6	2,7	3,8	4,9	7,0	45,5
	6,0	1,7	2,7	3,8	4,8	6,5	39,0
	5,6	1,5	2,3	3,2	4,1	6,6	37,0
	8,0	2,3	3,5	5,0	6,2	6,7	53,6
	7,0	2,1	3,2	3,9	5,0	7,1	49,7
Média	6,19	1,90	2,93	4,00	5,04	6,18	38,70
Desvio Padrão	1,01	0,34	0,49	0,65	0,81	0,90	10,53
Coefficiente Variação (%)	16,39	18,03	16,67	16,25	16,03	14,50	27,20

4.5.5.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 22- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	5,9	2,5	3,8	5,1	5,8	5,2	30,7
	7,0	2,5	3,7	5,0	6,2	6,2	43,4
	5,3	2,1	3,1	5,0	-	4,2	22,3
	7,5	2,2	2,8	3,9	4,9	7,7	57,8
	7,4	1,6	2,4	3,3	4,4	7,9	58,5
	7,7	2,5	3,7	4,9	6,1	6,6	50,8
	6,7	2,2	3,4	4,5	5,8	6,0	40,2
	6,0	1,8	2,6	3,4	4,3	6,9	41,4
	7,4	2,5	3,7	5,0	6,2	6,1	45,1
	8,1	2,6	3,8	5,1	6,3	6,9	55,9
	6,6	2,3	3,5	4,7	6,0	5,7	37,6
	7,6	2,6	3,8	5,1	6,4	6,4	48,6
	6,4	2,4	3,6	4,8	6,1	5,3	33,9
	7,4	2,1	3,2	4,3	5,3	7,1	52,5
	6,4	2,2	3,2	4,3	5,3	6,4	41,0
	7,8	2,3	3,5	4,6	5,9	7,1	55,4
	7,4	2,4	3,6	4,8	6,1	6,3	46,6
	6,0	2,0	3,0	4,1	5,3	5,7	34,2
	5,5	1,9	2,9	3,8	4,7	5,8	31,9
	5,9	2,2	3,2	4,2	5,2	5,9	34,8
	5,9	1,8	2,6	3,5	4,4	6,5	38,4
	5,0	1,9	2,8	3,8	4,8	5,4	27,0
	6,2	1,8	2,8	3,7	4,6	6,6	40,9
	5,0	2,1	3,1	4,1	-	4,9	24,5
	6,7	2,2	3,2	4,2	5,2	6,7	44,9
	6,5	2,4	3,7	4,8	6,0	5,5	35,8
	6,7	2,3	3,4	4,4	5,5	6,6	44,2
	6,4	2,3	3,4	4,5	5,6	6,1	39,0
	6,8	2,5	3,7	4,9	6,1	6,1	41,5
	6,4	2,1	2,9	3,8	4,9	6,5	41,6
Média	6,59	2,21	3,27	4,39	5,48	6,21	41,35
Desvio Padrão	0,83	0,26	0,41	0,55	0,65	0,79	9,42
Coefficiente Variação (%)	12,62	11,96	12,55	12,55	11,93	12,75	22,78

4.5.6. Variedade IAC 6

4.5.6.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 23- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	força (kgf) após deslocamento de 6 cm	força (kgf) após deslocamento de 7 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	12,8	5,2	6,8	8,4	9,8	11,0	9,2	117,8
	12,1	6,3	8,2	10,0	11,4	12,1	7,0	84,7
	16,5	6,2	8,0	9,6	11,0	12,4	10,1	166,7
	13,2	5,3	6,8	8,4	9,8	11,0	9,2	121,4
	12,0	4,9	6,4	7,8	9,0	10,1	9,3	111,6
	13,9	7,1	9,1	11,0	12,5	13,8	7,0	97,3
	16,3	6,6	8,6	10,4	12,0	13,5	9,0	146,7
	13,9	5,6	7,2	8,8	10,2	11,4	9,2	127,9
	12,2	5,8	7,6	9,2	10,6	12,0	7,3	89,1
	12,4	4,6	6,3	7,8	9,2	10,4	9,1	112,8
	10,5	6,1	7,7	9,3	10,5	—	6,1	64,1
	11,7	5,8	7,6	9,2	10,7	—	6,9	80,7
	11,0	5,0	6,6	8,0	9,2	10,2	8,0	88,0
	13,1	5,0	6,4	7,8	9,0	10,6	9,7	127,1
	10,8	4,9	6,5	8,0	9,2	10,4	7,5	81,0
	12,4	5,0	6,4	7,8	9,1	10,2	9,2	114,1
	11,6	4,8	6,4	7,8	9,1	10,0	8,8	102,1
	11,4	6,0	7,6	9,1	10,4	—	6,8	77,5
	11,6	5,8	7,4	9,0	10,3	11,5	7,1	82,4
	11,8	5,5	7,0	8,5	9,8	11,0	7,9	93,2
	15,1	5,4	6,9	8,5	9,9	11,2	10,5	158,6
	13,2	7,2	9,1	10,8	12,4	—	6,6	87,1
	14,4	5,6	7,4	9,0	10,3	11,6	9,2	132,5
	13,0	6,0	7,9	9,6	11,1	12,4	7,4	96,2
	13,2	4,8	6,4	7,8	9,1	10,2	9,6	126,7
	14,3	5,7	7,4	9,1	10,6	12,1	8,9	127,3
	12,6	6,0	7,7	9,4	10,9	12,2	7,4	93,2
	12,0	5,2	6,7	8,2	9,4	10,6	8,3	99,6
	11,4	5,4	6,9	8,4	9,6	10,6	7,8	88,9
	12,4	4,6	6,2	7,5	8,8	9,8	9,7	120,3
Média	12,76	5,58	7,24	8,81	10,16	11,24	8,33	107,22
Desvio Padrão	1,48	0,68	0,81	0,93	1,03	1,07	1,19	24,88
Coefficiente Variação (%)	11,57	12,16	11,18	10,61	10,09	9,50	14,28	23,21

4.5.6.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 24- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	5,9	1,9	3,1	4,2	5,2	5,6	33,0
	5,0	2,0	2,9	3,8	4,6	5,4	27,0
	6,0	2,3	3,6	4,9	6,0	5,0	30,0
	6,6	2,1	3,4	4,8	6,2	5,3	35,0
	7,8	1,6	2,7	4,0	5,3	7,1	55,4
	5,4	1,7	2,7	3,6	4,5	6,1	32,9
	7,8	2,9	4,2	5,5	6,6	6,6	51,5
	6,4	2,0	3,2	4,4	5,5	5,9	37,8
	8,0	1,7	2,8	4,2	5,4	7,4	59,2
	6,6	2,2	3,3	4,4	5,6	6,1	40,3
	4,6	2,5	3,8	—	—	3,8	17,5
	6,1	1,8	2,8	3,6	4,6	6,8	41,5
	7,4	2,2	3,3	4,5	5,6	6,9	51,1
	8,1	1,8	2,9	4,0	5,0	9,0	72,9
	6,9	2,3	3,2	4,2	5,3	6,6	45,5
	6,9	2,2	3,5	4,7	5,8	6,1	42,1
	8,9	2,0	3,1	4,2	5,2	10,1	89,9
	6,8	2,2	3,3	4,3	5,2	7,0	47,6
	7,1	2,1	3,1	4,1	5,2	7,2	51,1
	8,2	1,8	2,8	3,7	4,7	9,2	75,4
	8,6	2,1	3,3	4,6	5,8	7,4	63,6
	7,0	2,0	3,0	4,1	5,0	7,6	53,2
	8,5	2,3	3,7	4,0	5,2	7,0	59,5
	6,8	2,2	3,3	4,2	5,2	6,9	46,9
	8,6	2,3	3,6	4,6	5,4	8,4	72,2
	6,1	1,8	2,7	3,6	4,6	6,6	40,3
	10,2	2,6	3,4	6,0	7,4	7,4	75,5
	5,2	1,6	2,6	3,6	4,6	5,6	29,1
	6,8	1,6	2,8	4,0	5,2	6,6	44,9
	6,0	2,1	3,3	4,5	5,6	5,4	32,4
Média	7,01	2,06	3,18	4,29	5,36	6,74	48,48
Desvio Padrão	1,28	0,31	0,38	0,55	0,64	1,31	16,93
Coefficiente de Variação (%)	18,26	14,87	11,89	12,80	11,86	19,44	34,92

4.5.6.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 25- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força(kgf) no ponto da bio- falha	força(kgf) após deslocamento de 2 cm	força(kgf) após deslocamento de 3 cm	força(kgf) após deslocamento de 4 cm	força(kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento(cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	6,7	1,7	2,6	3,6	4,6	7,5	50,3
	8,8	2,7	3,8	5,1	6,2	7,9	69,5
	8,6	2,5	3,8	5,0	6,2	7,3	62,8
	7,9	2,3	3,4	4,4	5,6	7,2	56,9
	7,0	2,3	3,2	4,2	5,2	6,9	48,3
	7,9	2,2	3,3	4,4	5,7	6,9	54,5
	6,8	2,1	3,1	4,0	5,0	7,0	47,6
	9,0	2,1	3,1	4,1	5,1	10,0	90,0
	8,1	2,6	3,8	5,1	6,2	7,2	58,3
	6,3	2,3	3,4	4,4	5,6	6,4	40,3
	7,9	2,6	3,8	5,0	6,2	6,7	52,9
	6,4	2,1	3,2	4,2	5,2	6,6	42,2
	7,3	2,2	3,4	4,6	5,8	6,7	48,9
	6,8	2,1	3,2	4,4	5,4	6,5	44,2
	6,8	2,4	3,4	4,5	5,7	6,3	42,8
	7,8	3,0	4,4	5,8	7,1	5,8	45,2
	6,3	2,3	3,4	4,6	5,8	5,8	36,5
	6,6	2,0	3,1	4,2	5,2	6,4	42,2
	6,6	2,4	3,4	4,6	5,7	6,3	41,6
	6,2	1,8	2,9	3,9	5,0	6,3	39,1
	5,6	2,2	3,3	4,4	5,4	5,1	28,6
	6,4	2,0	3,0	4,1	5,2	6,5	41,6
	6,0	2,4	3,4	4,4	5,6	5,6	33,6
	5,6	2,3	3,5	4,6	5,6	5,1	28,6
	5,1	2,6	3,8	5,0	—	4,2	21,4
	7,9	2,6	3,8	5,0	6,2	7,0	55,3
	7,3	2,3	3,5	4,5	5,7	6,9	50,4
	7,3	2,2	3,3	4,4	5,6	6,1	44,5
	6,9	1,9	2,8	3,7	4,7	7,7	53,1
	5,2	2,3	3,4	4,5	—	4,7	24,4
Média	6,97	2,28	3,38	4,49	5,59	6,55	46,52
Desvio Padrão	1,01	0,28	0,36	0,46	0,53	1,08	13,68
Coefficiente Variação(%)	14,54	12,12	10,70	10,27	9,53	16,47	29,41

4.5.7. Variedade IAC 7

4.5.7.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 26- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força(kgf) no ponto da bio- falha	força(kgf) após deslocamento de 3 cm	força(kgf) após deslocamento de 4 cm	força(kgf) após deslocamento de 5 cm	força(kgf) após deslocamento de 6 cm	força(kgf) após deslocamento de 7 cm	deslocamento(cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	17,3	5,3	6,6	8,0	9,2	10,2	14,6	252,6
	17,0	5,3	6,8	8,2	9,4	10,4	14,1	239,7
	16,3	5,8	7,4	8,8	10,0	11,2	11,2	182,6
	14,4	5,4	7,1	8,6	9,8	10,9	10,4	149,8
	13,6	5,6	7,3	8,8	10,2	11,4	10,1	137,4
	13,0	5,1	6,6	7,9	9,1	10,2	9,7	126,1
	13,3	6,2	7,8	9,1	10,4	11,5	8,6	114,4
	12,0	5,4	6,8	8,2	9,4	10,6	8,5	102,0
	11,4	5,1	6,6	8,0	9,1	10,2	8,5	96,9
	14,6	5,4	6,8	8,3	9,4	10,6	11,6	169,4
	12,0	6,0	7,6	9,0	10,3	11,4	7,7	92,4
	11,7	5,4	7,0	8,4	9,6	10,6	8,4	98,3
	12,1	4,1	5,4	6,4	7,6	8,6	11,6	140,4
	12,1	5,4	7,0	8,4	9,7	10,8	8,3	100,4
	11,7	4,4	5,8	6,9	8,1	9,1	9,7	113,5
	13,4	5,2	6,7	8,0	9,2	10,2	10,6	142,0
	12,4	6,4	8,2	9,8	11,2	12,4	7,0	86,8
	11,4	6,1	7,9	9,6	11,0	—	6,4	73,0
	11,2	4,8	6,4	7,8	9,0	10,0	8,5	95,2
	14,0	5,8	7,2	8,6	9,8	10,9	9,7	135,8
	11,3	4,4	5,9	7,1	8,3	9,4	9,2	104,0
	12,4	5,4	7,2	8,8	10,1	11,4	7,8	96,7
	12,0	5,4	7,0	8,4	9,6	10,6	8,5	102,0
	11,0	5,6	7,3	8,9	10,2	—	6,6	72,6
	13,6	5,6	7,3	8,8	10,2	11,4	8,8	119,7
	13,0	5,6	7,0	8,3	9,4	10,6	9,4	122,2
	11,5	4,6	6,0	7,4	8,4	9,4	9,4	108,1
	13,0	6,1	7,9	9,4	10,9	12,1	7,7	100,1
	12,3	5,4	7,2	8,7	10,0	11,2	7,9	97,2
	10,8	5,0	6,6	7,8	9,1	10,1	8,0	86,4
Média	12,86	5,38	6,95	8,35	9,59	10,62	9,28	121,92
Desvio Padrão	1,69	0,54	0,64	0,76	0,83	0,87	1,92	42,58
Coefficiente Variação(%)	13,14	10,09	9,24	9,10	8,67	8,14	20,64	34,92

4.5.7.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 27- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	5,8	2,5	3,8	5,0	—	4,7	27,3
	6,0	1,6	2,5	3,4	4,4	7,8	46,8
	6,5	2,2	3,1	4,3	5,4	6,1	39,7
	5,3	1,6	2,8	4,0	5,3	5,0	26,5
	6,5	2,4	3,6	4,6	5,8	5,7	37,1
	5,4	1,7	2,7	3,7	4,6	5,8	31,3
	7,5	2,0	3,1	4,2	5,4	7,3	54,8
	6,9	2,7	4,0	5,3	6,4	5,5	38,0
	6,4	2,2	3,6	4,9	6,1	5,3	33,9
	7,7	2,6	3,8	4,7	5,8	7,0	53,9
	5,8	0,8	1,8	2,8	3,9	6,9	40,0
	5,8	2,0	3,1	4,2	5,4	5,4	31,3
	6,6	2,4	3,4	4,5	5,5	6,1	40,3
	4,6	1,8	2,5	3,4	4,2	5,5	25,3
	6,2	2,0	2,8	3,8	4,7	6,6	40,9
	6,4	2,1	3,6	5,1	6,3	5,2	33,3
	5,1	1,7	2,7	3,7	4,7	5,4	27,5
	6,7	1,8	2,9	4,0	5,1	6,8	45,6
	5,6	2,0	3,1	4,2	5,4	5,2	29,1
	5,4	2,0	3,1	4,3	5,4	5,1	27,5
	5,0	1,4	2,3	3,1	3,9	6,6	33,0
	6,9	2,0	3,0	4,2	5,2	6,9	47,6
	6,8	2,2	3,1	4,1	5,0	7,5	51,0
	4,4	2,0	3,0	3,9	—	4,6	20,2
	4,6	2,0	2,8	3,8	4,6	5,0	23,0
	7,2	2,5	3,6	4,5	5,3	7,9	56,9
	5,8	1,8	2,7	3,7	4,6	6,4	37,1
	6,0	1,6	2,3	3,0	3,8	7,6	45,6
	7,6	2,8	4,4	5,9	7,1	5,4	41,0
	4,7	1,7	2,4	3,4	4,3	5,5	25,9
Média	6,04	2,00	3,05	4,12	5,13	6,06	37,05
Desvio Padrão	0,92	0,42	0,57	0,70	0,80	0,98	10,00
Coefficiente Variação (%)	15,24	20,95	18,74	17,00	15,64	16,10	26,99

4.5.7.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 28- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força(kgf) no ponto da bio- falha	força(kgf) após deslocamento de 2 cm	força(kgf) após deslocamento de 3 cm	força(kgf) após deslocamento de 4 cm	força(kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento(cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	7,1	1,0	1,8	2,7	3,5	9,1	64,6
	7,4	1,8	2,8	3,6	4,6	7,8	57,7
	7,6	2,0	3,0	4,0	5,1	7,4	56,2
	6,4	1,7	2,6	3,6	4,6	6,8	43,5
	5,6	1,7	2,5	3,4	4,3	6,6	37,0
	6,4	1,6	2,4	3,1	3,8	8,8	56,3
	6,6	2,4	3,5	4,7	5,8	6,3	41,6
	6,2	1,9	2,7	3,6	4,4	7,0	43,4
	6,5	2,1	2,9	3,9	4,9	6,6	42,9
	6,1	2,0	3,0	4,0	4,9	6,3	38,4
	6,4	1,8	2,7	3,8	4,7	6,8	43,5
	4,4	1,6	2,5	3,4	4,4	5,1	22,4
	7,1	0,8	1,6	2,5	3,5	8,7	61,8
	7,1	2,8	4,1	5,3	6,4	5,7	40,5
	6,5	2,3	3,5	4,6	5,8	5,7	37,1
	6,0	1,6	2,5	3,4	4,2	7,2	43,2
	5,4	2,3	3,5	4,6	—	4,7	25,4
	5,2	2,0	2,9	4,0	5,0	5,4	28,1
	8,0	2,0	3,0	4,2	5,2	7,9	63,2
	5,4	2,3	3,2	4,4	5,4	5,1	27,5
	6,7	2,3	3,3	4,3	5,3	6,6	44,2
	6,5	1,9	2,9	4,0	5,2	6,3	41,0
	5,6	2,3	3,4	4,5	5,6	5,0	28,0
	8,0	0,8	1,9	2,9	3,8	9,6	76,8
	7,8	2,5	3,7	4,8	5,9	6,8	53,0
	6,4	0,7	1,4	2,2	2,9	9,3	59,5
	6,2	2,3	3,4	4,5	5,7	5,6	34,7
	7,0	2,2	3,3	4,5	5,7	6,3	44,1
	6,5	2,2	3,5	4,6	5,7	6,9	44,9
	7,1	2,3	3,4	4,5	5,7	6,6	46,9
Média	6,51	1,91	2,90	3,92	4,90	6,80	44,91
Desvio Padrão	0,85	0,52	0,64	0,74	0,86	1,32	12,89
Coefficiente Variação(%)	12,99	27,27	21,99	18,83	17,46	19,34	28,69

4.5.8. Variedade Bossier

4.5.8.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 29- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	força (kgf) após deslocamento de 6 cm	força (kgf) após deslocamento de 7 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	16,0	4,9	6,4	7,8	9,2	10,3	13,6	217,6
	14,3	5,7	7,5	9,2	10,6	11,8	9,2	131,6
	15,4	5,7	7,6	9,3	10,8	12,1	10,0	154,0
	14,1	5,1	6,6	8,2	9,5	10,7	10,7	150,9
	16,4	5,6	7,3	9,0	10,5	11,8	11,2	183,7
	15,2	5,4	7,3	9,0	10,4	11,7	11,0	167,2
	13,2	5,4	7,0	8,6	9,0	11,1	9,3	122,8
	14,5	4,2	5,6	6,8	8,0	9,0	13,5	195,8
	13,1	5,6	7,4	9,1	10,6	11,8	8,0	104,8
	13,1	5,6	7,2	8,8	10,1	11,4	8,8	115,3
	14,4	5,0	6,6	8,0	9,2	10,4	12,0	172,8
	13,2	5,4	7,0	8,6	10,0	11,2	8,7	114,8
	12,1	4,8	6,4	7,8	9,0	10,1	9,3	112,5
	11,2	4,8	6,3	7,6	8,9	10,0	8,6	96,3
	11,4	4,2	5,6	6,8	7,9	8,9	10,3	117,4
	14,2	4,4	5,8	7,1	8,3	9,4	12,6	178,9
	14,3	6,0	8,0	9,9	11,6	13,0	8,2	117,3
	12,9	5,4	7,1	8,7	10,1	11,2	8,7	112,2
	13,6	5,0	6,6	8,1	9,5	10,8	10,2	138,7
	11,2	5,4	7,0	8,6	10,0	11,1	7,3	81,8
	12,4	5,6	7,4	9,0	10,4	11,6	7,9	98,0
	13,1	5,2	7,0	8,5	9,8	11,2	9,0	117,9
	11,6	3,9	5,3	6,4	7,5	8,5	11,1	128,8
	13,2	5,3	6,8	8,2	9,4	10,6	9,6	126,7
	12,6	4,5	6,1	7,3	8,5	9,5	11,5	144,9
	11,8	4,8	6,3	7,9	9,3	10,4	8,3	97,9
	13,2	5,0	6,6	8,0	9,2	10,3	10,4	137,3
	12,0	6,0	7,9	9,5	11,0	11,7	7,4	88,8
	12,8	5,1	6,5	7,9	9,8	10,4	9,4	120,3
	14,6	5,8	7,7	9,3	10,9	12,2	8,9	129,9
Média	13,37	5,16	6,80	8,30	9,63	10,81	9,82	132,56
Desvio Padrão	1,38	0,54	0,69	0,87	0,99	1,06	1,68	32,80
Coefficiente Variação (%)	10,32	10,47	10,19	10,43	10,32	9,83	17,06	24,74

4.5.8.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 30- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	6,5	2,0	3,0	4,1	5,2	6,3	41,0
	7,3	1,8	2,6	3,7	4,6	7,7	56,2
	5,9	1,8	3,0	4,0	5,2	5,7	33,6
	5,3	1,6	2,6	3,8	4,8	5,2	27,6
	6,9	2,6	4,0	5,0	6,2	5,8	40,0
	6,6	1,4	2,2	3,0	3,8	8,4	55,4
	6,1	1,3	2,2	3,0	3,9	8,0	48,8
	5,0	1,6	2,6	3,4	4,3	5,6	28,0
	6,3	1,4	2,2	3,1	4,0	7,4	46,6
	6,5	2,0	3,3	4,5	5,7	5,8	37,7
	7,1	1,4	2,3	3,2	4,1	9,0	63,9
	5,7	1,4	2,2	3,0	3,8	7,4	42,2
	5,9	1,5	2,6	3,4	4,4	6,8	40,1
	6,7	1,9	2,8	3,8	4,8	7,2	48,2
	6,2	1,8	2,8	3,7	4,8	6,6	40,9
	6,3	1,6	2,7	3,8	4,9	6,4	40,3
	5,5	1,5	2,6	3,6	4,7	6,1	33,6
	5,6	1,6	2,6	3,6	4,6	6,4	35,8
	5,4	2,3	4,6	5,0	—	4,3	23,2
	6,9	2,0	3,2	4,4	5,6	6,3	43,5
	5,9	1,8	2,8	3,8	4,9	6,0	35,4
	5,4	1,4	2,3	3,2	4,1	6,5	35,1
	5,6	1,6	2,4	3,2	4,0	7,0	39,2
	6,1	1,5	2,5	3,5	4,5	6,8	41,5
	6,6	2,0	3,1	4,3	5,4	6,4	42,2
	4,9	1,2	2,0	2,7	3,6	6,6	32,3
	5,8	1,4	2,2	3,0	3,9	7,1	41,2
	6,7	1,6	2,4	3,4	4,4	7,9	52,9
	6,0	1,6	2,6	3,6	4,4	6,7	40,2
	6,4	1,7	2,8	3,8	4,8	6,7	42,9
Média	6,10	1,68	2,71	3,65	4,60	6,67	40,98
Desvio Padrão	0,61	0,31	0,55	0,57	0,63	0,97	8,75
Coefficiente Variação(%)	10,07	18,31	20,16	15,68	13,74	14,50	21,36

4.5.8.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 31- Dados obtidos com sementes de soja, quando submetidas à forças de compressão, registrados nos gráficos do equipamento Instron Universal.

	força (kgf) no ponto da bio- falha	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	deslocamento (cm) no ponto da bio- falha	força x desloca- mento (kgf.cm) no ponto da biofalha
	8,0	1,8	2,6	3,5	4,4	8,5	68,0
	6,1	1,1	2,0	2,9	3,8	7,4	45,1
	6,6	2,3	3,6	4,8	6,1	6,0	39,6
	6,0	2,6	3,8	5,0	—	4,7	28,2
	6,3	1,8	2,8	3,8	4,7	6,4	40,3
	6,0	0,9	1,8	2,8	3,6	7,7	46,2
	7,6	2,2	3,4	4,6	5,8	6,9	52,4
	7,6	2,6	4,0	5,4	6,7	5,9	44,8
	6,3	1,4	2,3	3,2	4,1	7,2	45,4
	8,1	2,6	3,8	4,1	6,2	6,6	53,5
	6,7	1,8	2,8	4,0	5,2	6,9	46,2
	6,6	2,4	3,4	4,5	5,6	6,2	40,9
	6,3	2,1	3,1	4,2	5,4	6,2	39,1
	7,0	2,2	3,4	4,6	5,8	6,3	44,1
	7,1	2,2	3,7	5,0	6,2	5,7	40,5
	6,9	1,7	2,8	4,0	5,2	6,6	45,5
	6,8	2,0	3,2	4,3	5,4	6,3	42,8
	6,7	1,8	2,8	3,8	5,0	7,0	46,9
	6,0	2,4	3,6	4,9	—	4,9	29,4
	5,9	2,2	3,6	4,2	5,8	5,2	30,7
	7,2	2,1	3,2	4,4	5,7	6,6	54,7
	6,2	2,6	3,9	5,2	6,2	5,0	31,0
	5,6	1,8	2,6	3,5	4,5	6,1	34,2
	6,4	2,3	3,4	4,6	5,8	5,9	37,8
	7,2	1,8	2,8	3,8	5,0	7,1	51,1
	6,3	1,7	2,6	3,6	4,7	6,6	41,6
	5,7	2,2	3,3	4,6	5,6	5,4	30,8
	6,4	2,3	3,4	4,6	5,8	5,9	37,8
	5,4	2,1	3,2	4,4	5,4	5,4	29,2
	6,1	2,1	3,1	4,3	5,4	5,6	34,2
Média	6,57	2,04	3,13	4,22	5,33	6,27	41,73
Desvio Padrão	0,68	0,42	0,55	0,65	0,76	0,86	8,96
Coefficiente Variação(%)	10,34	20,45	17,55	15,31	14,27	13,74	21,47

4.5.9. Valores médios obtidos, para cada variedade

4.5.9.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 32- Média dos dados extraídos dos gráficos obtidos no equipamento Instron Universal, quando sementes de soja foram submetidas a forças de compressão, para cada variedade utilizada.

Variedade	Grandeza força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	força (kgf) após deslocamento de 6 cm	força (kgf) após deslocamento de 7 cm	força (kgf) no ponto da biofalha	deslocamento (cm) no ponto da biofalha	força x deslocamento (kgf.cm) no ponto da biofalha
Santa Rosa	4,63	6,04	7,31	8,43	9,42	12,49	10,79	135,28
Davis	5,28	6,88	8,33	9,61	10,56	11,69	8,13	95,77
Viçosa	5,65	7,29	8,61	9,78	10,94	11,73	7,69	92,51
UFV 1	6,59	8,54	10,33	11,77	13,06	14,52	8,19	119,74
IAC 4	5,35	7,08	8,66	9,98	11,10	12,31	8,03	99,83
IAC 6	5,58	7,24	8,81	10,16	11,24	12,76	8,33	107,22
IAC 7	5,38	6,95	8,35	9,59	10,62	12,86	9,28	121,92
Bossier	5,16	6,80	8,30	9,63	10,81	13,37	9,82	132,56

4.5.9.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 33- Média dos dados extraídos dos gráficos obtidos no equipamento Instron Universal, quando sementes de soja foram submetidas à forças de compressão, para cada variedade utilizada.

Variedade	Grandeza	força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	força (kgf) no ponto da biofalha	deslocamento (cm) no ponto da biofalha	força x deslocamento (kgf.cm) no ponto da biofalha
Santa Rosa		1,62	2,50	3,39	4,27	6,24	7,71	48,19
Davis		1,96	2,99	4,05	5,11	6,55	6,55	43,75
Viçosa		1,89	2,89	3,88	4,73	6,66	7,26	48,92
UFV 1		1,93	3,00	4,04	4,90	7,17	7,35	54,58
IAC 4		1,90	2,93	4,00	5,04	6,19	6,18	38,70
IAC 6		2,06	3,18	4,29	5,36	7,01	6,74	48,48
IAC 7		2,00	3,05	4,12	5,13	6,04	6,06	37,05
Bossier		1,68	2,71	3,65	4,60	6,10	6,67	40,98

4.5.9.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 34- Média dos dados extraídos dos gráficos obtidos no equipamento Instron Universal, quando sementes de soja foram submetidas às forças de compressão, para cada variedade utilizada.

Variedade	Grandeza força (kgf) após deslocamento de 2 cm	força (kgf) após deslocamento de 3 cm	força (kgf) após deslocamento de 4 cm	força (kgf) após deslocamento de 5 cm	força (kgf) no ponto da biofalha	deslocamento (cm) no ponto da biofalha	força x deslocamento (kgf.cm) no ponto da biofalha
Santa Rosa	1,63	2,61	3,60	4,60	7,15	7,74	55,67
Davis	2,05	3,14	4,25	5,37	7,74	7,49	58,48
Viçosa	1,81	2,75	3,74	4,80	7,97	8,40	67,46
UFV 1	2,19	3,37	4,57	5,72	7,79	6,99	54,97
IAC 4	2,21	3,27	4,39	5,48	6,59	6,21	41,35
IAC 6	2,28	3,38	4,49	5,59	6,97	6,55	46,52
IAC 7	1,91	2,90	3,92	4,90	6,51	6,80	44,91
Bossier	2,04	3,13	4,22	5,33	6,57	6,27	41,73

Alguns comentários podem ser realizados a respeito dos dados obtidos no item 4.5. A posição de equilíbrio é a que apresenta maior resistência às forças de compressão, em todas as variedades. A posição hilo horizontal é a que apresenta, por outro lado, a menor resistência. Há apenas uma exceção, a variedade IAC 6, que apresentou menor resistência na posição hilo vertical (tabelas 32, 33 e 34).

Essa observação está de acordo com a conclusão de alguns autores, que trabalharam no estudo do comportamento de grãos de soja submetidos à forças de compressão. Ressalte-se, portanto, os trabalhos de Bilanski (07), Paulsen (81) e Jorge (58). O primeiro desses autores não especifica a variedade de soja utilizada em seus experimentos; o segundo, pesquisou variedades americanas, e, em nossa tese de mestrado, utilizamos a variedade Santa Rosa. Dessa forma, o presente trabalho pode ampliar o âmbito dessa conclusão, mas serve também para nos alertar, mais uma vez, para o perigo da generalização, mostrando uma exceção (variedade IAC 6) à possível regra geral.

Outro aspecto interessante é que, estatisticamente, as variações das grandezas obtidas na posição de equilíbrio, são bem menores que nas outras duas posições, onde são praticamente equivalentes (observe-se os Coeficientes de Variação nas tabelas de 08 a 31). Assim, a confiança que se pode depositar nos dados obtidos na posição de equilíbrio é bem maior e a utilização desse resultado oferece maior segurança, representando melhor o fenômeno físico. Outro significado importante desse comportamento é que na posição de equilíbrio há mais homogeneidade de comporta

mento do que em outras posições. Isto é realmente significativo, pois traz como conclusão que as sementes são mais uniformes em sua resistência à compressão na posição citada. Nas outras posições, as forças são aplicadas na junção dos cotilédones, logicamente um local mais sensível e menos constante de semente para semente.

Resumindo, além das sementes serem mais ou menos resistentes, dependendo da posição em que se encontram, comportam-se com maior ou menor uniformidade em função deste posicionamento.

4.6. TENTATIVA DE ESTABELECIMENTO DAS CORRELAÇÕES

4.6.1. Resistência à compressão- Teor de óleo

Analisando os dados constantes em 4.3. e 4.5., chegamos à conclusão que a melhor aproximação para descrever os resultados e provar uma possível correlação seria uma reta. Desta forma, resolvemos experimentar o modelo matemático $Y = a_1 X + a_0$, onde Y será a resistência à compressão, descrita pelas forças (kgf), pelo deslocamento (cm) ou pelo produto força x deslocamento (kgf.cm); e, X será o teor de óleo, em % e base úmida. a_1 e a_0 serão as constantes a serem determinadas, em função das quais poderemos concluir pela existência ou não da correlação, baseada no modelo proposto.

4.6.1.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 35- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de óleo, na posição de equilíbrio.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x Óleo (deslocamento de 3 cm)	24,10	- 1,24	0,60	1,837	significativo ao nível de 10 %
Força x Óleo (deslocamento de 4 cm)	24,21	- 0,96	0,59	1,790	significativo ao nível de 10 %
Força x Óleo (deslocamento de 5 cm)	24,32	-0,81	0,60	1,837	significativo ao nível de 10 %
Força x Óleo (deslocamento de 6 cm)	24,73	-0,75	0,61	1,886	significativo ao nível de 10 %
Força x Óleo (deslocamento de 7 cm)	24,29	-0,63	0,56	1,656	significativo ao nível de 10 %
Força x Óleo (biofalha)	18,05	-0,05	0,04	0,098	não significativo
Desloc.x Óleo (biofalha)	10,86	0,74	0,70	2,401	significativo ao nível de 5 %
Força.Desloc. x Óleo (biofalha)	12,97	0,04	0,56	1,656	significativo ao nível de 10 %

4.6.1.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 36- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de Óleo, na posição hilo horizontal.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente :
Força x Óleo (deslocamento de 2 cm)	27,55	-5,42	0,73	2,616	significativo ao nível de 2,5 %
Força x Óleo (deslocamento de 3 cm)	29,06	-4,03	0,75	2,777	significativo ao nível de 2,5 %
Força x Óleo (deslocamento de 4 cm)	28,94	-2,95	0,74	2,695	significativo ao nível de 2,5 %
Força x Óleo (deslocamento de 5 cm)	28,62	-2,30	0,70	2,401	significativo ao nível de 5 %
Força x Óleo (biofalha)	30,57	-2,03	0,76	2,864	significativo ao nível de 2,5 %
Desloc.x Óleo (biofalha)	15,98	0,20	0,10	0,246	não significativo
Força, Desloc. x Óleo (biofalha)	20,70	-0,07	0,39	1,037	não significativo

4.6.1.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 37- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão - Teor de Óleo, na posição hilo vertical.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x Óleo (deslocamento de 2 cm)	24,00	-3,29	0,64	2,040	significativo ao nível de 5 %
Força x Óleo (deslocamento de 3 cm)	25,37	-2,61	0,66	2,152	significativo ao nível de 5 %
Força x Óleo (deslocamento de 4 cm)	26,10	-2,11	0,66	2,152	significativo ao nível de 5 %
Força x Óleo (deslocamento de 5 cm)	27,31	-1,91	0,68	2,272	significativo ao nível de 5 %
Força x Óleo (biofalha)	24,44	-0,99	0,52	1,491	significativo ao nível de 10 %
Desloc.x Óleo (biofalha)	17,49	-0,02	0,01	0,024	não significativo
Força.Desloc. x Óleo (biofalha)	18,94	-0,03	0,25	0,632	não significativo

4.6.2. Resistência à compressão- Teor de proteína

As mesmas explicações fornecidas no item 4.6.1. valem neste momento. O mesmo modelo matemático será utilizado, sendo que agora o X será o teor de proteína, em % e base úmida.

4.6.2.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 38- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de proteína, na posição de equilíbrio.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente :
Força x Proteína (desloc. de 3 cm)	26,35	2,11	0,84	3,792	significativo ao nível de 0,5 %
Força x Proteína (desloc. de 4 cm)	26,32	1,62	0,81	3,383	significativo ao nível de 2,5 %
Força x Proteína (desloc. de 5 cm)	26,76	1,29	0,78	3,053	significativo ao nível de 2,5 %
Força x Proteína (desloc. de 6 cm)	26,56	1,14	0,76	2,864	significativo ao nível de 2,5 %
Força x Proteína (desloc. de 7 cm)	26,17	1,06	0,77	2,956	significativo ao nível de 2,5 %
Força x Proteína (bio-falha)	28,00	0,77	0,51	1,452	significativo ao nível de 10 %
Desloc.xProteína (bio-falha)	43,31	-0,62	0,48	1,340	não significativo
Força.Desloc.x Proteína (bio-falha)	39,18	-0,01	0,14	0,346	não significativo

4.6.2.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 39- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de proteína, na posição hilo horizontal.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x Proteína (desloc. de 2 cm)	29,85	4,25	0,47	1,304	não significativo
Força x Proteína (desloc. de 3 cm)	27,61	3,52	0,54	1,572	significativo ao nível de 10 %
Força x Proteína (desloc. de 4 cm)	28,51	2,38	0,49	1,377	não significativo
Força x Proteína (desloc. de 5 cm)	31,71	1,25	0,31	0,799	não significativo
Força x Proteína (bio - falha)	22,37	2,38	0,73	2,616	significativo ao nível de 2,5 %
Desloc.xProteína (bio - falha)	34,49	0,49	0,20	0,500	não significativo
Força.Desloc.x Proteína (bio - falha)	31,85	0,13	0,57	1,699	significativo ao nível de 10 %

4.6.3.2. Posição: Hilo Vertical

TABELA 40- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de proteína, na posição hilo vertical.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x Proteína (desloc. de 2 cm)	33,09	2,36	0,37	0,976	não significativo
Força x Proteína (desloc. de 3 cm)	32,33	1,80	0,37	0,976	não significativo
Força x Proteína (desloc. de 4 cm)	31,92	1,43	0,36	0,945	não significativo
Força x Proteína (desloc. de 5 cm)	31,16	1,28	0,37	0,976	não significativo
Força x Proteína (bio - falha)	31,97	0,82	0,35	0,915	não significativo
Desloc.xProteína (bio - falha)	37,31	0,08	0,04	0,098	não significativo
Força.Desloc.x Proteína (bio-falha)	36,29	0,03	0,20	0,500	não significativo

4.6.3. Resistência à compressão- Teor de cinza

O mesmo modelo matemático será utilizado, sendo que neste item, o X será o teor de cinza, em % e base úmida.

4.6.3.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 41- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de cinza, na posição de equilíbrio.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x Cinza (deslocamento de 3 cm)	4,44	0,03	0,06	0,147	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 4 cm)	4,36	0,03	0,09	0,221	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 5 cm)	4,33	0,03	0,10	0,246	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 6 cm)	4,31	0,03	0,11	0,271	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 7 cm)	4,26	0,03	0,13	0,321	não significativo
Força x Cinza (biofalha)	5,40	-0,06	0,26	0,660	não significativo
Desloc.xCinza (biofalha)	5,34	-0,09	0,40	1,069	não significativo
Força. Desloc. x Cinza (biofalha)	5,31	-0,01	0,46	1,269	não significativo

4.6.3.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 42- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de cinza, na posição hilo horizontal.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x Cinza (deslocamento de 2 cm)	4,92	-0,18	0,12	0,296	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 3 cm)	4,80	-0,08	0,07	0,172	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 4 cm)	4,81	-0,06	0,07	0,172	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 5 cm)	4,82	-0,05	0,07	0,172	não significativo
Força x Cinza (biofalha)	3,18	0,22	0,39	1,037	não significativo
Desloc.xCinza (biofalha)	3,75	0,12	0,31	0,799	não significativo
Força.Desloc. x Cinza (biofalha)	3,91	0,01	0,38	1,006	não significativo

4.6.3.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 43- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de cinza, na posição hilo vertical.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente
Força x Cinza (deslocamento de 2 cm)	3,98	0,30	0,28	0,714	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 3 cm)	3,91	0,22	0,27	0,687	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 4 cm)	3,86	0,17	0,27	0,687	não significativo
Força x Cinza (deslocamento de 5 cm)	3,60	0,19	0,33	0,856	não significativo
Força x Cinza (biofalha)	3,51	0,15	0,39	1,037	não significativo
Desloc.xCinza (biofalha)	4,33	0,04	0,12	0,296	não significativo
Força.Desloc. x Cinza (biofalha)	4,24	0,01	0,26	0,660	não significativo

4.6.4. Resistência à compressão- Teor de carboidrato

Mais uma vez, utilizaremos o modelo já citado, sendo que aqui, o X será o teor de carboidrato, em % e base úmida.

4.6.4.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 44- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de carboidrato, na posição de equilíbrio.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x Carboi drato (desloc. de 3 cm)	37,04	-0,96	0,35	0,915	não significativo
Força x Carboi drato (desloc. de 4 cm)	37,08	-0,74	0,34	0,886	não significativo
Força x Carboi drato (desloc. de 5 cm)	36,46	-0,54	0,30	0,770	não significativo
Força x Carboi drato (desloc. de 6 cm)	36,25	-0,45	0,27	0,687	não significativo
Força x Carboi drato (desloc. de 7 cm)	37,28	-0,50	0,33	0,856	não significativo
Força x Carboi drato (biofalha)	40,55	-0,69	0,42	1,134	não significativo
Desloc.xCarboi drato (biofalha)	32,01	-0,02	0,02	0,049	não significativo
Força x Desloc. x Carboidrato (biofalha)	34,24	-0,02	0,23	0,579	não significativo

4.6.4.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 45- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de carboidrato, na posição hilo horizontal.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x Carboidrato (desloc. de 2 cm)	28,23	1,91	0,19	0,474	não significativo
Força x Carboidrato (desloc. de 3 cm)	29,30	0,90	0,13	0,321	não significativo
Força x Carboidrato (desloc. de 4 cm)	28,29	0,90	0,17	0,423	não significativo
Força x Carboidrato (desloc. de 5 cm)	25,07	1,38	0,32	0,827	não significativo
Força x Carboidrato (biofalha)	35,28	-0,53	0,15	0,372	não significativo
Desloc.xCarboidrato (biofalha)	38,05	-0,92	0,35	0,915	não significativo
Força.Desloc.x Carboidrato (biofalha)	35,35	-0,08	0,31	0,799	não significativo

4.6.4.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 46- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Teor de carboidrato, na posição hilo vertical.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente
Força x Carboi drato (desloc. de 2 cm)	30,18	0,81	0,12	0,296	não significativo
Força x Carboi drato (desloc. de 3 cm)	29,54	0,74	0,14	0,346	não significativo
Força x Carboi drato (desloc. de 4 cm)	29,21	0,63	0,15	0,372	não significativo
Força x Carboi drato (desloc. de 5 cm)	29,08	0,52	0,14	0,346	não significativo
Força x Carboi drato (biofalha)	31,92	-0,01	0,01	0,024	não significativo
Desloc.xCarboi drato (biofalha)	32,76	-0,13	0,07	0,172	não significativo
Força. Desloc.x Carboidrato (biofalha)	32,32	-0,01	0,06	0,147	não significativo

4.6.5. Influência da umidade

Vários autores já mostraram a influência da umidade nos valores de resistência dos grãos à forças de compressão. E essa influência não é pequena, como tivemos a oportunidade de verificar em nossa tese de mestrado. Havia, portanto, a preocupação de controlar esse fator nos presentes experimentos, para que os resultados não estivessem alterados. As amostras foram todas colocadas em um mesmo ambiente mas, ainda assim, as umidades foram levemente diferentes como se pode verificar no item 4.3.

Essas pequenas diferenças, provavelmente são resultado da variada composição química que as variedades apresentam e que, conforme a literatura, influem na umidade de equilíbrio. Restava, então, saber se os valores provenientes dos testes de resistência à compressão estavam alterados por causa da umidade. Felizmente, com os dados obtidos, podemos provar que não. Estatisticamente, não há a mínima correlação entre a Resistência à compressão e a Umidade. As tentativas de verificar a correlação nos levaram a resultados absolutamente não significativos.

Isto quer dizer que a umidade não se relaciona com os dados obtidos para a resistência, no presente experimento, ou seja, a umidade não exerceu influência na realização do experimento.

É importante ressaltar que não há contradição na afirmativa do parágrafo anterior em relação as nossas primeiras palabras neste item, pois os autores a que nos referimos utilizaram intervalos de umidades maiores que aqueles que aparecem no presente experimento. Assim, na faixa que utilizamos aqui, estatística

mente, podemos afirmar que não houve variações provocadas pela umidade.

4.6.6. Resistência à compressão- Deterioração

Analisando os dados constantes no item 4.4., verificamos que a melhor análise a ser efetuada seria a de comparar a resistência à compressão com a porcentagem de grãos atacados por fungos ao fim de seis dias e também, após sete dias. Se tentássemos correlações em outros tempos, provavelmente, não seríamos bem sucedidos, pois já teríamos duas ou mais variedades com a mesma porcentagem de deterioração, sendo que pelo menos uma delas já teria atingido aquele valor há mais tempo. Exemplificando, para tornar mais clara nossa explicação, veremos: se utilizássemos o resultado do nono dia, teríamos 3 variedades com 100 % de contaminação, mas essas variedades não tiveram igual comportamento ao longo da experiência. Esse fato invalidaria a nossa análise.

Assim sendo, resolvemos experimentar o modelo matemático $Y = a_1 X + a_0$, onde Y será a resistência à compressão, descrita pelas forças (kgf), pelo deslocamento (cm) ou pelo produto força x deslocamento (kgf.cm); e, X será a porcentagem de grãos atacados por fungos ao fim do sexto e sétimo dias. a_1 e a_0 serão as constantes a serem determinadas, em função das quais poderemos concluir pela existência ou não da correlação, baseada no modelo proposto.

4.6.6.1. Ao final do sexto dia

4.6.6.1.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 47- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Deterioração (6 dias), na posição de equilíbrio.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x % Deter. (deslocamento de 3 cm)	- 47,96	14,01	0,22	0,552	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 4 cm)	- 49,31	10,92	0,21	0,526	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 5 cm)	- 65,41	10,91	0,26	0,660	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 6 cm)	- 82,34	11,21	0,29	0,742	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 7 cm)	- 86,89	10,50	0,30	0,770	não significativo
Força x % Deter. (biofalha)	-151,44	14,13	0,36	0,945	não significativo
Desloc.x %Deter. (biofalha)	40,10	- 1,35	0,04	0,098	não significativo
Força. Desloc. x % Deter. (biofalha)	- 4,51	0,29	0,13	0,321	não significativo

4.6.6.1.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 48- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Deterioração (6 dias), na posição hilo horizontal.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x % Deter. (deslocamento - 65,18 de 2 cm)	49,69	0,21	0,526	não significativo	
Força x % Deter. (deslocamento -145,76 de 3 cm)	59,87	0,36	0,945	não significativo	
Força x % Deter. (deslocamento -134,18 de 4 cm)	41,36	0,33	0,856	não significativo	
Força x % Deter. (deslocamento -144,56 de 5 cm)	35,32	0,34	0,886	não significativo	
Força x % Deter. (biofalha) -195,72	34,48	0,41	1,101	não significativo	
Desloc. x %Deter. (biofalha) 43,32 - 2,21	0,04	0,098	não significativo		
Força, Desloc. x % Deter. - 28,20 1,25 (biofalha)	0,21	0,526	não significativo		

4.6.6.1.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 49- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Deterioração (6 dias), na posição hilo vertical.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x % Deter. (deslocamento de 2 cm)	-155,75	91,32	0,57	1,699	significativo ao nível de 10 %
Força x % Deter. (deslocamento de 3 cm)	-186,98	70,14	0,56	1,656	significativo ao nível de 10%
Força x % Deter. (deslocamento de 4 cm)	-191,12	52,89	0,53	1,531	significativo ao nível de 10 %
Força x % Deter. (deslocamento de 5 cm)	-212,46	46,08	0,52	1,491	significativo ao nível de 10 %
Força x % Deter. (biofalha)	122,51	-13,16	0,22	0,552	não significativo
Desloc. x %Deter. (biofalha)	184,39	-22,13	0,48	1,340	não significativo
Força. Desloc. x % Deter. (biofalha)	102,99	- 1,45	0,38	1,006	não significativo

4.6.6.2. Ao final do sétimo dia

4.6.6.2.1. Posição: Equilíbrio

TABELA 50- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Deterioração (7 dias), na posição de equilíbrio.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente
Força x % Deter. (deslocamento de 3 cm)	- 83,57	24,45	0,38	1,006	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 4 cm)	- 89,68	19,63	0,39	1,037	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 5 cm)	-103,86	17,89	0,42	1,134	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 6 cm)	-123,64	17,57	0,46	1,269	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 7 cm)	-126,79	16,09	0,46	1,269	não significativo
Força x % Deter. (biofalha)	-214,05	20,75	0,54	1,572	significativo ao nível de 10 %
Desloc. x % Deter. (biofalha)	69,97	- 2,30	0,07	0,172	não significativo
Força. Desloc. x % Deter. (biofalha)	0,96	0,43	0,20	0,500	não significativo

4.6.6.2.2. Posição: Hilo Horizontal

TABELA 51- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Deterioração (7 dias), na posição hilo horizontal.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente:
Força x % Deter. (deslocamento de 2 cm)	- 78,22	68,07	0,29	0,742	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 3 cm)	-169,95	75,60	0,45	1,234	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 4 cm)	-154,33	51,96	0,42	1,134	não significativo
Força x % Deter. (deslocamento de 5 cm)	-154,09	41,66	0,41	1,101	não significativo
Força x % Deter. (biofalha)	-151,91	31,05	0,37	0,976	não significativo
Desloc. x %Deter. (biofalha)	122,20	-10,63	0,17	0,423	não significativo
Força. Desloc. x % Deter. (biofalha)	16,20	0,74	0,13	0,321	não significativo

4.6.6.2.3. Posição: Hilo Vertical

TABELA 52- Resultado da aplicação do modelo matemático, proposto para a correlação Resistência à compressão- Deterioração (7 dias), na posição hilo vertical.

	a_0	a_1	r	t	estatisticamente
Força x % Deter. (deslocamento de 2 cm)	-141,09	94,71	0,59	1,790	significativo ao nível de 10 %
Força x % Deter. (deslocamento de 3 cm)	-185,06	76,52	0,62	1,936	significativo ao nível de 10 %
Força x % Deter. (deslocamento de 4 cm)	-197,18	59,54	0,60	1,837	significativo ao nível de 10 %
Força x % Deter. (deslocamento de 5 cm)	-221,63	51,95	0,59	1,790	significativo ao nível de 10 %
Força x % Deter. (biofalha)	125,33	-10,55	0,18	0,448	não significativo
Desloc. x %Deter. (biofalha)	215,42	-23,48	0,51	1,452	significativo ao nível de 10 %
Força. Desloc. x % Deter. (biofalha)	124,42	- 1,45	0,38	1,006	não significativo

Admitimos como limite para as tentativas de estabelecimento de correlações, a significância do nível de 10 %. Ahamos que uma significância estatística mais baixa não seria desejável nos casos que analisamos. Com base nessa consideração, todas as correlações que apresentaram significâncias piores que 10 % foram consideradas não significativas.

A princípio, devemos dizer que consideramos apenas razoável uma correlação significativa ao nível de 10 %, mas acreditamos que satisfaça as finalidades pretendidas neste trabalho.

Como primeira observação, podemos dizer que correlações significativas ocorreram apenas quando se utilizou o teor de óleo ou o teor de proteína, no que diz respeito à composição química das sementes de soja. Pelas tabelas 41, 42 e 43, pode-se verificar que não há correlação entre a resistência à compressão e o teor de cinza. As mesmas observações, realizadas nas tabelas 44, 45 e 46, levam-nos a concluir também pela inexistência de correlação significativa entre a resistência à compressão e o teor de carboidratos. Destaque-se ainda, o comentário levado a efeito no item 4.6.5. quanto à influência do teor de umidade nas correlações estudadas.

Objetivamente, essas considerações vão nos levar a poder afirmar que os teores de cinza, de carboidrato e de umidade (na faixa utilizada neste experimento) não exercem influência na resistência das sementes à forças de compressão.

Por outro lado, a correlação entre a resistência à compressão e o teor de óleo existe e depende da posição da semente ao receber a aplicação da força. Isto quer dizer, simplesmente,

que em determinada posição é mais fácil estabelecer a correlação e, estatisticamente, o resultado é mais significativo.

No caso da correlação da resistência à compressão e o teor de óleo, na posição de equilíbrio, obtivemos resultados razoáveis, com valores aceitáveis para o raio de correlação e com significância ao nível de 10 % (tabela 35). Na posição hilo vertical, os resultados já foram melhores, mostrando raios de correlação mais elevados e significância ao nível de 5 % (tabela 37). Ainda melhores foram os resultados encontrados na posição hilo horizontal, onde temos bons raios de correlação e uma significância muito boa, ao nível de 2,5 % (tabela 36).

Isto significa que, para se utilizar a correlação resistência à compressão- teor de óleo, é mais recomendável fazê-lo baseados nos testes de resistência com a semente na posição de hilo horizontal, pois será aquela onde os resultados poderão ser utilizados com maior confiabilidade estatística.

É importante ressaltar também que nas posições hilo horizontal e hilo vertical, não foi significativa a correlação da resistência à compressão e o teor de óleo, quando se utilizou o deslocamento ou o produto força x deslocamento, para representar o fenômeno da compressão. Na posição de equilíbrio, não houve correlação quando se utilizou a força no ponto da biofalha. Isto mostra que o comportamento da semente não é homogêneo, quando submetida à forças de compressão, podendo existir uma correlação nos momentos iniciais do fenômeno e, posteriormente, desaparecer.

Quanto à correlação resistência à compressão- teor de proteína, podemos afirmar que, a rigor, apenas na posição de equi

líbrio ela ficou evidente, com ótimo raio de correlação e significância estatística que variou de 2,5 % a 0,5 % (tabela 38). Como no caso do teor de óleo, quando se utilizou o deslocamento ou o produto força x deslocamento, no ponto da biofalha, a correlação não existiu. Também não existe a correlação resistência à compressão- teor de proteína, quando a semente é comprimida na posição hilo vertical, o mesmo acontecendo com a posição hilo horizontal (tabelas 40 e 39). Nesta última, houve uma exceção quando o deslocamento foi de 3 cm, mas apenas com uma significância ao nível de 10 %, o que é apenas razoável como resultado estatístico. Ainda nessa posição, quando se utilizou o valor da força no ponto da biofalha, a correlação foi muito boa, com significância ao nível de 2,5 %, mas nessa situação, por se tratar do ponto da biofalha, o resultado não possui grande interesse prático como veremos mais adiante.

Em resumo, podemos afirmar que, em certas condições de teste, existe uma correlação estatisticamente significativa entre a resistência à compressão e o teor de óleo e outra, entre a resistência à compressão e o teor de proteína.

A existência de uma correlação significa que as grandezas estão íntima e matematicamente relacionadas, sendo que é possível se determinar uma delas, conhecendo-se apenas o valor da outra. Ou seja, como exemplo, se quisermos determinar o teor de proteína, poderemos fazê-lo determinando-se a resistência da semente às forças de compressão, na posição de equilíbrio.

É claro que o resultado obtido estará acompanhado de um erro, mas este será menor quanto melhor for a correlação. No nos

so caso, como já vimos, a correlação é boa sendo, portanto, o resultado confiável e bem próximo do valor real.

Vejamos um exemplo:

Uma semente foi submetida a um experimento de compressão no equipamento Instron Universal, tendo sido comprimida até o gráfico registrar um deslocamento de 4 cm. Nesse instante, acusou uma força de 6,95 kgf. Qual é o teor de proteína?

A correlação existente, por nós encontrada (tabela 38), é descrita pelo modelo matemático:

$$Y = 1,62 X + 26,32$$

Como sabemos, X é o valor da força de compressão:

$$Y = 1,62 (6,95) + 26,32$$

Ou, obtendo o valor de Y :

$$Y = 37,58 \%$$

E qual é o valor real?

Pela tabela 05 é de 37,84 %

Assim obtivemos, com grande proximidade do valor real, a quantidade de proteína existente na semente, sem que para isso precisássemos utilizar um método químico e sem necessitar destruir a semente.

É preciso lembrar que comprimimos a semente até a aplicação de uma força de 6,95 kgf. Se se tratasse de soja da variedade Santa Rosa, nesse ponto, a germinação após o teste seria de

aproximadamente 94 % e o vigor, de 50 %, ou seja, seria ainda muito elevada a probabilidade dessa semente germinar e originar nova planta. Para melhor compreender esses comentários, sugerimos uma consulta à tabela 02.

As mesmas considerações podem ser feitas para o caso do teor de óleo, em todas as posições da semente só que, tendo em mente que melhor seria utilizar a posição hilo horizontal onde a correlação é mais significativa sob o ponto de vista estatístico.

É extremamente importante salientar a possibilidade de utilizarmos essas correlações para testes comparativos entre diversas sementes de uma mesma variedade. Aplicando uma força que não afete substancialmente a germinação, poderíamos dizer qual delas possui o maior teor de proteína ou o maior teor de óleo. Com esse procedimento, teríamos condições de selecionar as sementes mais ricas em proteína ou em óleo e destiná-las, por exemplo, ao plantio, já que germinarão normalmente. Abrir-se-ia uma possibilidade de utilizarmos os conceitos aqui expostos para uma aplicação na tentativa de melhorar geneticamente uma variedade de soja, dando-lhe, ao final, um maior teor de proteína ou de óleo.

Devemos ressaltar que neste caso, não seria tão importante saber o valor dos teores mas sim, dizer, comparativamente, qual semente possui mais proteína ou óleo. E isto, pelo que vimos até aqui, é possível, baseando-se nos dados que obtivemos na realização deste trabalho.

Analisando os dados da tentativa de estabelecimento da correlação resistência à compressão- deterioração, tendemos a dizer que não a encontramos. Tanto ao final do sexto como do sétimo dia, não houve correlação nas posições de equilíbrio e hilo horizontal (tabelas 47, 48, 50 e 51). Ficou para a posição hilo vertical, a existência de uma razoável correlação, com significância ao nível de 10 % (tabelas 49 e 52). Levando-se em consideração a existência desta correlação, poder-se-ia dizer que uma maior dureza implica numa deterioração mais rápida o que, intuitivamente, não parece convincente. É importante lembrar que a afirmativa anterior pode ser transformada em : quanto maior o teor de proteína, mais rápida a deterioração, o que parece ganhar mais lógica.

Mas, na verdade, com os dados de que dispomos, é mais seguro optar pela pouca probabilidade de existir a citada correlação, embora devamos reconhecer que se trata de um assunto que merece mais estudos, com maior profundidade.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, são apresentadas as seguintes conclusões:

5.1. À medida que aumenta a força de compressão aplicada na semente, diminui o valor da germinação e do vigor.

5.2. O vigor é bem mais sensível que a germinação para indicar a perda de qualidade biológica da semente.

5.3. Quanto maior a velocidade de aplicação das forças de compressão, mais danos são causados à semente, detectados pelos valores de germinação e vigor.

5.4. A posição de equilíbrio é a que apresenta maior resistência às alterações do valor biológico (vigor e germinação) da semente, vindo depois a posição hilo horizontal e hilo vertical, quando são aplicadas forças de compressão, a uma determinada velocidade.

5.5. É duvidosa a afirmação de que a semente está biologicamente "morta" no ponto da biofalha.

5.6. A aplicação de forças de compressão até a metade do valor da força no ponto da biofalha, praticamente, não altera a germinação e o vigor.

5.7. Não foi encontrada correlação entre a resistência à compressão e a deterioração pelo ataque de fungos.

5.8. Não foram encontradas correlações entre a resistência à compressão e os teores de umidade (na pequena faixa utilizada), cinza e carboidrato.

5.9. Existe correlação entre a resistência à compressão e o teor de óleo nas três posições pesquisadas, sendo mais significativa quando a posição é hilo horizontal, vindo depois hilo vertical e equilíbrio.

5.10. Existe boa correlação entre a resistência à compressão e o teor de proteína na posição de equilíbrio.

5.11. É possível identificar as sementes quanto a sua composição química (proteína e óleo), através da utilização de dados do seu comportamento quando submetidas à forças de compressão.

BIBLIOGRAFIA

1. AGUIAR, P.A.A. - Efeito do Tamanho da semente na Germinação e Vigor da Soja. Anais do I Seminário Nacional de Pesquisa de Soja. 2 : 325-333, 1979.
2. AMARAL, A. dos S. e BICCA, I.H.F. - Influência do Vigor da Semente de Soja no Estabelecimento do "stand" e na Produção de Grãos. In: Reunião Conjunta da Pesquisa de Soja na Região Sul. 19-24, 1977.
3. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS - Compression Test of Food Materials of Convex Shape. ASAE Recommendation: ASAE R 368. In: Agricultural Engineers Yearbook. 441-444, 1975.
4. ARNOLD, P.C. and ROBERTS, A.W. - Fundamental Aspects of Load- Deformation Behavior of Wheat Grains. Transactions of the ASAE. 12: 104-108, 1969.
5. _____ and MOHSENIN, N.N. - Proposed Techniques for Axial Compression Tests on Intact Agricultural Products of Convex Shape. Transactions of the ASAE. 14: 78-84, 1971.
6. BHATT, G.M. and DERERA, N.P. - Associated Changes in the Attributes of Wheat Populations Mass- Selected for Seed Size. Australian Journal Agricultural Research. 24: 179-186, 1973.
7. BILANSKI, W.K. - Damage Resistance of Seed Grains. Transactions of the ASAE. 9: 360-363, 1966.
8. BOURNE, M.C. - A Classification of Objective Methods for Measuring Texture and Consistency of Foods. Journal of Food Science. 31: 1011-1015, 1966.

9. _____ - Deformation Testing of Foods. 1. A Precise Technique for Performing the Deformation Test. Journal of Food Science. 32: 601-604, 1967.
10. _____ - Deformation Testing of Foods. 2. A Simple Spring Model of Deformation. Journal of Food Science. 32: 605-607, 1967.
11. _____ - Is Rheology Enough for Food Texture Measurement? Journal of Texture Studies. 6: 259-262, 1975.
12. _____ - Limitations of Rheology in Food Texture Measurements. Journal of Texture Studies. 8: 219-227, 1977.
13. _____, MOYER, J.C. and HAND, D.B. - Measurement of Food Texture by a Universal Testing Machine. Food Technology. 20: 522-526, 1966.
14. BRANDÃO, S.S. - Contribuição ao Estudo de Variedades de Soja. Experimentiae. 1: 118-199, 1961.
15. BRANDT, M.A.; SKINNER, E.Z. and COLEMAN, J.A. - Texture Profile Method. Journal of Food Science. 28: 404- 409, 1963.
16. BRIM, C.A.; SCHUTZ, W.M. and COLLINS, F.I. - Nuclear Magnetic Resonance Analysis for Oil in Soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill, with Implications in Selection. Crop Science. 7: 220-222, 1967.
17. BURKHARDT, T.H. and STOUT, B.A. - Laboratory Investigations of Corn Shelling utilizing High- Velocity Impact Loading. Transactions of the ASAE. 17: 11.14, 1974.
18. CALZADA, J.F. y PELEG, M. - Evaluación de la Textura en Frutas. Revisión Bibliográfica. Revista de Agroquímica y

Tecnología de Alimentos. 16: 459-472, 1976.

19. CARVALHO, N.M.; SILVA, J.R. da e FALEIROS, R.R.S. - Influência da Origem sobre a Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do Cultivar " Santa Rosa". Científica. 5: 35-39, 1977.
20. _____ e OLIVEIRA, O.F. - Efeito da Posição da Semente na Semeadura sobre a Emergência do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Científica. 6: 349-353, 1978.
21. CHAPPELL, T.W. and HAMANN, D.D. - Poisson's Ratio and Young's Modulus for Apple Flesh Under Compressive Loading. Transactions of the ASAE. 11: 608-610 e 612, 1968.
22. CLARK, R.L.; WELCH, G.B. and ANDERSON, J.H. - Effect of High-Velocity Impact on Germination and Cracking of Cottonseed. Transactions of the ASAE. 12: 748-751, 1969.
23. COLLINS, F.I.; ALEXANDER, D.E.; RODGERS, R.C. and SILVELA S., L. - Analysis of Oil Content of Soybeans by Wide-Line NMR. The Journal of the American Oil Chemists' Society. 44: 708-710, 1967.
24. COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo - Normas para Análise de Sementes. 1974-75.
25. COQUEIRO, E.P. - Fatores que afetam a Composição das Sementes de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) Universidade Federal de Viçosa. Mimeografado, 16 pgs, 1972.
26. COSTA, S.I. da; MIYA, E.E. e FUJITA, J.T. - Composição Química e Qualidades Organolépticas e Nutricionais das Principais Variedades de Soja Cultivadas no Estado de São

Paulo. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos.
5: 305-319, 1973-74.

27. DE, S.S. - Technology of Production of Edible Flours and Protein Products from Soybean. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 151 pgs, 1971.
28. DURAN, L.; CALVO, C. y BERMELL, A.M. - Medida de la Textura en Conservas de Pimientos Rojos. Desarrollo de un Nuevo Dispositivo Adaptable a la "Kramer Shear- Press". Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 11: 267-274, 1971.
29. _____, COSTELL, E. y BERMELL, A.M. - La Firmeza de las Conservas de Albaricoque en Almíbar. I- Influência de las Características de la Matéria Prima. II- Medida Instrumental. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 16: 229-240, 1976.
30. DURIGAN, J.F.; DURIGAN, J.C.; CARVALHO, N.M. e BARRETO, M.- Aplicação Pré-Colheita de Dessecante em Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do Cultivar "Viçoja". III. Efeito sobre os Conteúdos Proteico, Lipídico e de Cinzas. Científica. 6: 381-385, 1978.
31. ELDER, A.L. and SMITH, R.J. - Food Rheology Today. Food Technology. 23: 629-642, 1969.
32. FEHR, W.R.; COLLINS, F.I. and WEBER, C.R. - Evaluation of Methods for Protein and Oil Determination in Soybean Seed. Crop Science. 8: 47-49, 1968.
33. _____ and WEBER, C.R. - Mass Selection by Seed Size and Specific Gravity in Soybean Populations. Crop Science. 8: 551-554, 1968.

34. FELDMAN, R. de O. - Influência do Peso e do Tamanho da Semente sobre a Germinação, o Vigor e a Produção de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 65 pgs, 1976.
35. FINNEY JR., E.E. - Objective Measurements for Texture in Foods. *Journal of Texture Studies*. 1: 19-37, 1969.
36. _____ - Elementary Concepts of Rheology Relevant to Food Texture Studies. *Food Technology*. 26: 68-77, 1972.
37. FISCUS, D.E.; FOSTER, G.H. and KAUFMANN, H.H. - Physical Damage of Grain Caused by Various Handling Techniques. *Transactions of the ASAE*. 14: 480-485 e 491, 1971.
38. FLETCHER III, S.W.; MOHSENIN, N.N.; HAMMERLE, J.R. and TUKEY, L.D. - Mechanical Behavior of Selected Fruits and Vegetables under Fast Rates of Loading. *Transactions of the ASAE*. 8: 324-326 e 331, 1965.
39. FLUCK, R.C. and AHMED, E.M. - Impact Testing of Fruits and Vegetables. *Transactions of the ASAE*. 16: 660-666, 1973.
40. FONTES, L.A. and OHIROGGA, A.J. - Influence of Seed Size and Population on Yield and other Characteristics of Soybean. *Agronomy Journal*. 64: 833-836, 1972.
41. FONTES, L.C.; RIBEIRO, A.C. e SIDEYAMA, T. - Comportamento de Variedades de Soja, quanto à Composição Química das Sementes, em Viçosa e Capinópolis, Minas Gerais. *Ceres*. 20: 165-170, 1973.
42. FRIDLEY, R.B. and ADRIAN, P.A. - Mechanical Properties of Peaches, Pears, Apricots and Apples. *Transactions of the ASAE*. 9: 135-138 e 142, 1966.

43. FRIEDMAN, H.H.; WHITNEY, J.E. and SZCZESNIAK, A.S. - The Texturometer - A New Instrument for Objective Texture Measurement. Journal of Food Science. 28: 390-396, 1963.
44. GILIOLI, J.L. - Influência do Tamanho da Semente sobre Algumas Características Agronômicas da Soja. Anais do I Seminário Nacional de Pesquisa de Soja. 2: 309-315, 1979.
45. GODOY, R.; ABRAHÃO, J.M.T.; MARCOS FILHO, J. e BRAGANTINI, C. - Influência do Tamanho sobre a Conservação, Germinação e Vigor de Sementes de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 31: 187-206, 1974.
46. GOMES, P. - A Soja. Editora Nobel, 2^a edição, 152 pgs, 1976.
47. GORMLEY, T.R. and KEPPEL, D. - A Method for Measuring Tomato Fruit Firmness Using a Modified Shear Press. Journal of Food Technology. 11: 607-617, 1976.
48. GREEN, A.G.; ORAM, R.N. and READ, B.J. - Genetic Variation for Seed Yield, Protein Content, Oil Content, and Seed Weight in *Lupinus albus*. Australian Journal of Agricultural Research. 28: 785-793, 1977.
49. HALL, G.E. - Damage Handling of Shelled Corn and Soybeans. Transactions of the ASAE. 17: 335-338, 1974.
50. HAMMERLE, J.R. and MOHSENIN, N.N. - Some Dynamic Aspects of Fruit Impacting Hard and Soft Materials. Transactions of the ASAE. 9: 484-488, 1966.
51. HOAG, D.L. - Determination of the Susceptibility of Soybeans to Shatter. Transactions of the ASAE. 18: 1174-1179, 1975.

52. HOKI, M. and PICKETT, L.K. - Factors Affecting Mechanical Damage of Navy Beans. Transactions of the ASAE. 16: 1154-1157, 1973.
53. HOWELL, R.W. - Breeding for Improved Oilseeds. Journal of the American Oil Chemists' Society. 48: 492-494, 1971.
54. HUSAIN, A.; AGRAWAL, K.K.; OJHA, T.P. and BHOLE, N.G. - Viscoelastic Behavior of Rough Rice. Transactions of the ASAE. 14: 313-315, 1971.
55. HYMOWITZ, T.; COLLINS, F.I.; PANCZNER, J. and WALKER, W.M.- Relationship Between the Content of Oil, Protein, and Sugar in Soybean Seed. Agronomy Journal. 64: 613-615, 1972.
56. JINDAL, V.K. and MOHSENIN, N.N. - Analysis of a Simple Pendulum Impacting Device for Determining Dynamic Strength of Selected Food Materials. Transactions of the ASAE. 19: 766-770, 1976.
57. JORGE, J.T. e TOSELLO, A. - Utilization of Physico-Mechanical Properties in the Breeding of Soybeans Rich in Oil. First International Congress on Engineering and Food, digest of papers. 1: 223, 1976.
58. _____ - Determinação de Algumas Propriedades Físicas e Mecânicas da Soja, Variedade Santa Rosa. Tese de Mestrado. 196 pgs, 1977.
59. _____ - Estudos para o estabelecimento de uma Correlação entre uma Medida Sensorial e uma Medida Física, para Textura de Tomates. Resumos, III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Pgs 54-55, 1979.

60. KELLER, D.; CONVERSE, H.H.; HODGES, T.O. and CHUNG, D.S. - Corn Kernel Damage Due to High Velocity Impact. Transactions of the ASAE. 15: 330-332, 1972.
61. KIRK, I.W. and Mc LEOD, H.E. - Cottonseed Rupture from Static Energy and Impact Velocity. Transactions of the ASAE. 10: 217-219, 1967.
62. KRAMER, A.; ANGEL, S. and YEATMAN, J.N. - Physical Methods of Measuring Quality of Canned Peas. Food Technology. 19: 1278-1280, 1965.
63. Mc NULTY, P.B. and MOHSENIN, N.N. - Compaction of Bulk Corn Kernel to Failure. Transactions of the ASAE. 22: 264-269, 1979.
64. MILES, J.A.; FRIDLEY, R.B. and LORENZEN, C. - Strength Characteristics of Tomatoes Subjected to Quasi-Static Loading. Transactions of the ASAE. 12: 627-630, 1969.
65. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - Legislação sobre Sementes. Pgs 32-33, 1968.
66. MITCHELL, F.S. and ROUNTHWAITE, T.E. - Resistance of Two Varieties of Wheat to Mechanical Damage by Impact. Journal of Agricultural Engineering Research. 9: 303-306, 1964.
67. MIYASAKA, S. - Melhoramento da Soja. 1. Observações Preliminares sobre o comportamento de Algumas Variedades de Soja em São Paulo. Bragantia. 14: 9-17, 1954.
68. MOHSENIN, N.N. - Physical Properties of Agricultural Products. Transactions of the ASAE. 8: 25-29, 1965.

69. _____ - Application of Engineering Techniques to Evaluation of Texture of Solid Food Materials. Journal of Texture Studies. 1: 133-154, 1969.
70. _____ - Physical Properties of Plant and Animal Materials, volume 1. Gordon and Breach Science Publishers. 1970.
71. _____ - Characterization and Failure in Solid Foods with Particular Reference to Fruits and Vegetables. Journal of Texture Studies. 8: 169-193, 1977.
72. _____ and GÖHLICH, H. - Techniques for Determination of Mechanical Properties of Fruits and Vegetables as Related to Design and Development of Harvesting and Processing Machinery. Journal of Agricultural Engineering Research. 7: 300-315, 1962.
73. _____ ; COOPER, H.E. and TURKEY, L.D. - Engineering Approach to Evaluating Textural Factors in Fruits and Vegetables. Transactions of the ASAE. 6: 85-88 e 92, 1963.
74. _____ and MITTAL, J.P. - Use of Rheological Terms and Correlation of Compatible Measurements in Food Texture Studies. 8: 395-408, 1977.
75. MORROW, C.T. and MOHSENIN, N.N. - Consideration of Selected Agricultural Products as Viscoelastic Materials. Journal of Food Science. 31: 686-698, 1966.
76. _____ and _____ - Dynamic Viscoelastic Characterization of Solid Food Materials. Journal of Food Science. 33: 646-651, 1968.
77. MOSS, H.J. - Factors Determining the Optimum Hardness of Wheat. Australian Journal of Agricultural Research. 29: 1117- 1126, 1978.

78. NARAYAN, C.V. and BILANSKI, W.K. - Behavior Under High Pressure of Wheat Grains in Bulk. Transactions of the ASAE. 13: 298-302, 1970.
79. NELSON, C.W. and MOHSENIN, N.N. - Maximum Allowable Static and Dynamic Loads and Effect of Temperature for Mechanical Injury in Apples. Journal of Agricultural Engineering Research. 13: 305-317, 1968.
80. OLIVEIRA, I.P. - Composição da Semente de Soja; Fatores que afetam. Universidade Federal de Viçosa. Mimeografado, 16 pgs, 1972.
81. PAULSEN, M.R. - Fracture Resistance of Soybeans to Compressive Loading. ASAE- Paper Nº 77- 3026, 1977.
82. PELEG, M. - Texture Profile Analysis Parameters Obtained by an Instron Universal Testing Machine. Journal of Food Science. 41: 721-722, 1976.
83. PERRY, J.S. - A Nondestructive Firmness (NDF) Testing Unit for Fruit. Transactions of the ASAE. 20: 762-767, 1977.
84. _____ and HALL, C.W. - Mechanical Properties of Pea Beans Under Impact Loading. Transactions of the ASAE. 8: 191-193, 1965.
85. _____ and _____ - Evaluating and Reducing Mechanical- Handling Damage to Pea Beans. Transactions of the ASAE. 9: 696-701, 1966.
86. PIPER, C.V. and MORSE, W.J. - The Soybean. Mc Graw- Hill Book Company, Inc. 1.^a edição, 329 pgs, 1923.

87. PRASAD, S. and GUPTA, C.P. - Behavior of Paddy Grains under Quasi- Static Compressive Loading. Transactions of the ASAE. 16: 328-330, 1973.
88. ROCHA, J.L.V. da - Fisiologia de Maturação Pós- Colheita de Manga, CV Haden e Goiaba, CVS Vermelho e Branco. Tese de Doutorado. 141 pgs, 1976.
89. RODRIGO, M.; NAVARRO, A.; DURÁN, L.; VAYÁ, J.L. y SAFÓN, J.- Selección de Índices de Madurez de Judías Verdes para Conserva. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 17: 95-111, 1977.
90. _____ , _____ , _____ , _____ and _____ - Aptitud de Índices de Madurez de Judías Verdes para De terminar el Momento Óptimo de la Recolección Mecánica. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 17: 235-249, 1977.
91. ROJANASAROJ, C.; WHITE, G.M; LOEWER, O.J. and ENGLI, D.B.- Influence of Heated Air Drying on Soybean Impact Damage. Transactions of the ASAE. 19: 372-377, 1976.
92. SCHWEIZER, C.J. and RIES, S.K. - Protein Content of Seed: Increase Improves Growth and Yield. Science. 165: 73-75, 1969.
93. SHAMA, F. and SHERMAN, P. - Evaluation of Some Textural Properties of Foods with the Instron Universal Testing Machine. Journal of Texture Studies. 4: 344-353, 1973.
94. SHELEF, L. and MOHSENIN, N.N. - Evaluation of the Modulus of Elasticity of Wheat Grain. Cereal Chemistry. 44: 392-402, 1967.

95. _____ and _____ - Effect of Moisture Content on Mechanical Properties of Shelled Corn. Cereal Chemistry. 46: 242-253, 1969.
96. SHORTER, R.; BYTH, D.E. and MUNGOMERY, V.E. - Estimates of Selection Parameters Associated with Protein and Oil Content of Soybean Seeds (*Glycine max* (L.) Merrill). Australian Journal of Agricultural Research. 28: 211 - 222, 1976.
97. SILBERSTEIN, D.A. and RAO, V.N.M. - Mechanical Properties of Peanuts at Various Temperatures and Relative Humidities. Transactions of the ASAE. 20: 746-748, 1977.
98. SINGH, B.B. and HADLEY, H.H. - Maternal Control of Oil Synthesis in Soybeans, *Glycine max* (L.) Merr. Crop Science. 8: 622-625, 1968.
99. SMITH, A.K. and CIRCLE, S.J. - Soybeans: Chemistry and Technology. The AVI Publishing Company, Inc. 1972.
100. SMITH, R.R. and WEBER, C.R. - Mass Selection by Specific Gravity for Protein and Oil in Soybean Populations. Crop Science. 8: 373-377, 1968.
101. SMITH, T.J. and CAMPER, H.M. - Effect of Seed Size on Soybean Performance. Agronomy Abstract of American Society Agronomy. Pg 67, 1970.
102. SOUZA, F.C.A. - A Qualidade da Semente de Soja em Relação a sua Densidade. III Reunião Anual Conjunta de Pesquisa da Soja. 10 pgs, mimeografado, 1975.
103. SUTER, D.A.; RUPP, R.A.; LANE, G.T. and SULLINS, R. D. - Effect of Storage and Processing Conditions on Sorghum

Kernel Strength. Journal of Food Process Engineering.
1: 51-73, 1977.

104. SZCZESNIAK, A.S. - Classification of Textural Characteristics. Journal of Food Science. 28: 385-389, 1963.
105. _____ - Objective Measurements of Food Texture. Journal of Food Science. 28: 410-420, 1963.
106. _____; BRANDT, M.A. and FRIEDMAN, H.H. - Development of Standard Rating Scales for Mechanical Parameters of Texture and Correlation Between the Objective and the Sensory Methods of Texture Evaluation. Journal of Food Science. 28: 397-403, 1963.
107. TANGO, J.S.; MASCARENHAS, H.A.A.; SHIROSE, I. and FIGUEIREDO, I.B. - Teores de Matéria Graxa e Proteína no Grão e de Ácidos Graxos no Óleo de Diversas Variedades de Soja. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos. 5: 331-338, 1973/74.
108. _____; _____; _____ and _____ - Influência da localidade de Cultura nos Teores de Matéria Graxa e Proteína nos Grãos de Soja e de Ácidos Graxos no Óleo. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos. 5: 339-344, 1973/74.
109. _____; _____; _____ and _____ - Influência de Anos Agrícolas sobre os Teores de Matéria Graxa e Proteína no Grão de Soja e de Ácidos Graxos no Óleo. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos. 5: 345-355, 1973/74.
110. TEIXEIRA, J.P.F.; MASCARENHAS, H.A.A. and BATAGLIA - Efeito de Cultivares, Tipos de Solos e Práticas Culturais sobre a Composição Química de Sementes de Soja. Anais do

I Seminário Nacional de Pesquisa de Soja. 1: 11-16, 1979.

111. TODA, J.; WADA, T.; YASUMATSU, K. and ISHII, K. - Application of Principal Component Analysis to Food Texture Measurements. Journal of Texture Studies. 2: 207-219, 1971.
112. TOLEDO, F.F. de e FILHO, J.M. - Manual de Sementes, Tecnologia da Produção. Editora Agronômica Ceres, SP, 1977.
113. TURNER, W.K.; SUGGS, C.W. and DICKENS, J.W. - Impact Damage to Peanuts and Its Effects on Germination, Seedling Development, and Milling Quality. Transactions of the ASAE. 10: 248-251, 1967.
114. VASCONCELOS, L.T.; BENINCASA, M.M.P. and BENINCASA, M. - Análise de Algumas Características Agronômicas de Seis Variedades de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na Região de Jaboticabal. Científica. 3: 134-138, 1975.
115. VILLALOBOS, G. - Determinação do Efeito das Variáveis da Secagem em Silos sobre a Qualidade Fisiológica das Sementes de Soja. Tese de Mestrado. 90 pgs, 1977.
116. VOISEY, P.W. - Modernization of Texture Instrumentation. Journal of Texture Studies. 2: 129-195, 1971.
117. _____ and HUNT, J.R. - Relationship Between Applied Force, Deformation of Egg Shells and Fracture Force. Journal of Agricultural Engineering Research. 12: 1- 4, 1967.
118. _____ and _____ - Behaviour of Eggshells under Impact Apparatus Design Considerations. Journal of Agricultural Engineering Research. 13: 301-304, 1968.

119. _____ and _____ - Effect of Compression Speed on the Behaviour of Eggshells. Journal of Agricultural Engineering Research. 14: 40-46, 1969.
120. WATSON, N.; JACKSON, N. and WHITELEY, K.J. - Inheritance of the Resistance to Compression Property of Australian Merino Wool and Its Genetic Correlation with Follicle Curvature and Various Wool and Body Characters. Australian Journal of Agricultural Research. 28: 1083- 1094, 1977.
121. WETZEL, C.T. - Contribuição ao Estudo da Aplicação do Teste de Envelhecimento visando a Avaliação do Vigor em Sementes de Arroz (*Oryza sativa* L.), de Trigo (*Triticum aestivum* L.) e de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese de Mestrado. 1972.
122. _____ - Efeito do Tamanho das Sementes de Soja. Anais do I Seminário Nacional de Pesquisa de Soja. 2: 333-341, 1979.
123. WHITE, G.W. - Rheology in Food Research. Journal of Food Technology. 5: 1-32, 1970.
124. ZAPPIA, E.S. - Ação da Rachadura do Tegumento sobre a Germinação de Sementes de Soja. Arquivos de Biologia e Tecnologia. 15: 64-69, 1972.
125. ZOERB, G.C. and HALL, C.W. - Some Mechanical and Rheological Properties of Grains. Journal of Agricultural Engineering Research. 5: 83-93, 1960.