

Efeito de doses de zinco e cobre em características físicas e químicas de grãos de soja armazenados em Roraima

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimárzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Paterniani

Luis Fernando Rigato Vasconcellos

Membros

Diretoria–Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Diretores-Executivos

Embrapa Roraima

Antonio Carlos Centeno Cordeiro

Chefe Geral

Oscar José Smiderle

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Miguel Amador de Moura Neto

Chefe Adjunto de Administração



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 0101 – 9805
Dezembro, 2003*

Documentos 02

Efeito de doses de zinco e cobre em características físicas e químicas de grãos de soja armazenados em Roraima

Oscar José Smiderle
Madalena Pereira Alves Viana
Rita de Cássia Pompeu de Sousa
Daniel Gianluppi

Boa Vista, Roraima
2003

Exemplares desta publicação podem ser obtidos na:

Embrapa Roraima

Rod. BR-174 Km 08 - Distrito Industrial Boa Vista-RR

Caixa Postal 133

69301-970 - Boa Vista - RR

Telefax: (095) 626.7018

e_mail: sac@cpafrr.embrapa.br

www.cpafr.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Oscar José Smiderle

Secretário-Executivo: Bernardo de Almeida Halfeld Vieira

Membros: Evandro Neves Muniz

Hélio Tonini

Moisés Cordeiro Mourão de Oliveira Júnior

Patrícia da Costa

Paulo Roberto Valle da Silva Pereira

Normalização Bibliográfica: Maria José Borges Padilha

Editoração Eletrônica: Maria Lucilene Dantas de Matos

1ª edição

1ª impressão (2003): 300

SMIDERLE, O.J. ; VIANA, M.P.A. ; SOUSA, R. de C.P. de; GIANLUPPI, D. Efeito de doses de zinco e cobre em características físicas e químicas de grãos de soja armazenados em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 36 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 2)

1. Soja. 2. Grãos. 3. Armazenamento. 4. Micronutrientes; 5. Brasil. 6. Roraima. I. Título. II Série

CDD: 633.34098114

Autores

Oscar José Smiderle

Eng. Agr. DSc. Pesquisador Embrapa Roraima, CP 133,
CEP69301970, e-mail: ojsmider@cpafrr.embrapa.br

Madalena Pereira Alves Viana

Lic em Química. Especialista em Química, UFRR. Boa vista, RR

Rita de Cássia Pompeu de Sousa

Lic em Química., Esp. Em Química. Ass de Operações II, Embrapa
Roraima, Cx.P. 133, CEP 69300-970 Boa Vista – RR. E-mail:
rita@cpafrr.embrapa.br

Daniel Gianluppi

Eng. Agr. MSc. Pesquisador Embrapa Roraima, CP 133,
CEP69301970, e-mail: daniel@cpafrr.embrapa.br

Sumário

1.	Introdução.....	07
1.1	Caracterização do Problema e sua Importância.....	09
2.	Revisão Bibliográfica.....	14
2.1	Evolução da Cultura da Soja.....	14
2.2	Fatores que Contribuíram para a Expansão da Soja.....	15
2.3	História dos alimentos à base de soja.....	16
2.4	Tipos de Alimentos à Base de Soja.....	17
2.5	Micronutrientes.....	19
2.6	Conservação dos alimentos.....	22
2.7	Matéria Seca.....	24
2.8	Cinza ou Resíduo Mineral.....	24
3.	Material e Métodos.....	26
3.1	Local.....	26
3.2	Obtenção do Material Experimental.....	26
3.2.1	Preparo das Amostras.....	27
3.3	Procedimento Experimental.....	27
3.3.1	Matéria Seca.....	27
3.3.2	Teor de Água.....	28
3.3.3	Cinza (Matéria Mineral).....	28
4.	Resultados e Discussão.....	29
5.	Conclusão.....	33
6.	Referências Bibliográficas.....	34

Efeito de doses de zinco e cobre em características físicas e químicas de grãos de soja armazenados em Roraima

Oscar José Smiderle
Madalena Pereira Alves Viana
Rita de Cássia Pompeu de Sousa
Daniel Gianluppi

1. Introdução

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma leguminosa anual, originária da China, onde é utilizada há séculos. Atualmente é cultivada nas mais variadas regiões do mundo, mas a sua maior produção está concentrada nos Estados Unidos, no Brasil, na República Popular da China, no México, na Indonésia, na Argentina e no Paraguai. Seus grãos contêm aproximadamente 40% de proteína, 20% de óleo e 25% de carboidratos. É usada para alimentação humana, como ração para animais e como matéria-prima para indústrias.

A indústria de alimentos através de processos físicos, químicos e biológicos, transforma matérias-primas alimentares, em produtos adequados ao consumo humano e de longa vida de prateleira. Por essa razão e visando a utilização da matéria-prima, foram imaginados os primeiros processos para o prolongamento da vida útil do alimento, juntamente com acréscimo nutricional.

Os alimentos são classificados com base na matéria seca, de forma a poderem ser comparados quanto as suas características nutricionais, custo de nutrientes etc. A matéria seca (MS) é a fração do alimento excluída a umidade natural deste. Assim, por exemplo, uma partida de soja em grão que tenha 13% de umidade natural tem, por diferença, 87% de matéria seca. O teor de água entre alimentos é muito variável. Na matéria seca estão contidos os nutrientes (carboidratos, proteínas, minerais etc.).

O manejo racional da lavoura se constitui de um conjunto interminável de interações favoráveis, facilitando a expressão do potencial de rendimento de grãos, aproximando este do rendimento potencial teórico.

Os efeitos da deficiência de micronutrientes, como fator limitante à produtividade, variam de cultura para cultura e de solo para solo, podendo ir de pequena redução na produção até o total insucesso dependendo do ambiente em questão.

Para a correção de possíveis deficiências, os micronutrientes são comercializados sob formas que apresentam variações no estado físico e químico, na reatividade, no custo e na eficiência agrônômica. Conseqüentemente, é importante um esforço no sentido de se selecionar a fonte mais eficiente e econômica para cada condição específica de solo e de cultura. Neste contexto ocupam lugar de destaque a integração da eficiência agrônômica com a tecnologia de fabricação e a aplicação de fertilizantes com micronutrientes.

O Zinco é o micronutriente que tem recebido maior atenção na cultura da soja, pois tanto a deficiência como o excesso deste elemento pode afetar drasticamente a produção. A análise foliar, bem como a das sementes parecem ter uma boa correlação com a produção da soja e tem sido úteis para se diagnosticar o estado nutricional da planta.

Sintomas de deficiência de zinco em soja aparecem comumente em solos sob vegetação de cerrado e são semelhantes aos de toxicidade de manganês (Vernetti, 1983). Tanto a calagem como a adubação fosfatada em doses elevadas pode diminuir a disponibilidade de zinco para a soja.

O cobre faz parte dos elementos químicos aceitos como micronutriente para as plantas com a característica de que, mesmo em concentrações relativamente baixas, pode apresentar toxicidade. Esse limite estreito entre a necessidade e excesso tem dificultado o reconhecimento da sua deficiência ou toxicidade, bem como o seu controle, sendo possível que em muitos casos a deficiência tenha como conseqüência uma redução na produção vegetal sem que um sintoma típico seja observado externamente, constituindo assim uma deficiência “oculta”, com uma freqüência e intensidade muito maior do que geralmente se estima.

A pesquisa com esse micronutriente é muito escassa e dispersa no Brasil. Ao mesmo tempo em que se tem utilizado alguns produtos a base de cobre para controle de doenças se verifica também uma antecipação da prática à teoria, isto é, a suspeita da deficiência tem levado técnicos e agricultores a, preventivamente, usar adubos, com base em informações nem sempre seguras. Uma deficiência oculta ou um excesso de cobre

podem estar ocorrendo e, devido a uma ou outra, levando a baixa produtividade de muitas plantas.

A eficiência agrônômica relativa de dois ou mais fertilizantes corresponde a relação das respostas da cultura por unidade de nutriente aplicado. A determinação da eficiência relativa de várias fontes de micronutrientes exige o desenvolvimento de curvas de resposta envolvendo várias doses. Análises de regressão múltiplas podem ser usadas para se obter a eficiência agrônômica relativa em experimentos envolvendo várias fontes e doses de fertilizantes. A eficiência agrônômica relativa das fontes de zinco depende da dose em que se fazem as comparações.

O processo mais comum para análise de minerais consiste na mineralização da amostra por via seca ou úmida e, após as devidas diluições, os minerais são determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

O ensaio de resíduo mineral fixo, ou teor de cinzas, como também é conhecido, verifica o teor de impurezas (terra, areia, etc) existentes na composição do produto que, geralmente, são provenientes da colheita. A não conformidade neste ensaio, no caso de serem encontrados valores acima do limite da legislação, pode representar alteração das características sensoriais do produto.

1.1. Caracterização do Problema e sua Importância

A excelência de qualquer produto industrializado está condicionada a perfeição da matéria-prima utilizada. Daí, a importância de possuírem as matérias-primas empregadas, qualidades indispensáveis à especificidade do produto e a finalidade a que ele se destina.

A obtenção de matérias-primas para indústrias alimentares, inclui atividades desde o plantio, até a fase em que o alimento é utilizado para elaboração do produto alimentício. O propósito dominante é o de que a matéria-prima satisfaça sempre as exigências relacionadas com o seu valor nutritivo, com a normalidade de seus caracteres organolépticos, com sua sanidade, com a capacidade de resistir as manobras do processamento e com adequação a forma requerida de industrialização.

O encaminhamento de matérias-primas destinado á indústria de alimentos é importante para obtenção do produto padrão ideal. Considera-se como encaminhamento das matérias-primas todas as etapas percorridas por estas: colheita, higienização, transporte, pré-preparo e processamento. Em todas as fases de encaminhamento, as matérias-primas, devem receber tratamentos adequados visando principalmente à preservação de suas qualidades sensoriais e de sanidade.

A qualidade dos alimentos está diretamente ligada a sua qualidade nutricional, conseqüentemente a física e sanitária tanto da matéria-prima (grão) antes do processamento, como dos produtos e sub-produtos originados com uma boa conservação. A forma e o processo industrial utilizado desde que adequados, têm pouco ou nenhum efeito sobre a qualidade final do alimento ou ração produzidos.

Muitos dos problemas seriam evitados se houvessem uma melhor avaliação da qualidade do produto adquirido. Porém a qualidade das matérias-primas (sementes, grãos, farelos, subprodutos) é decisiva para que tenhamos um alimento de alta qualidade.

Existe a necessidade de ampliar os controles da qualidade física, sanitária e nutricional de grãos e de subprodutos produzidos no País. A competitividade das agroindústrias é muito dependente da qualidade das matérias-primas. Os padrões atuais não refletem a realidade do mercado e as alterações que tem sido feitas são incompletas e dúbias. Os fatores de qualidade são insuficientes, inadequados, mal definidos e caracterizados não atendendo as necessidades das indústrias processadoras seja para a alimentação humana ou para rações (Lazzari, 2001).

A soja é rica em proteínas, hidratos de carbono, gordura, fibras, vitaminas e minerais. Possui duas vezes mais proteínas do que a carne e uma e meia mais do que o feijão comum, a lentilha, a ervilha ou o amendoim, três vezes mais que o trigo integral, demais cereais e ovos, dez vezes mais que o leite de vaca. Depois do amendoim, o feijão soja é o que apresenta maior teor de gordura e de ótima qualidade. Entram em sua constituição, ácidos gordurosos não saturados, ácido linoleico e arquidômico, essencial a alimentação humana. O feijão soja tem em torno de 10 a 17% de hidratos de carbono. Porém apenas 2% desta cota encontra-se na forma de amido absorvível pelo organismo humano. Por esta razão, o feijão soja é o alimento excelente para pessoas diabéticas, obesas ou em regimes para perda ou manutenção de peso.

Em 100 gramas de Feijão Soja encontra-se: caroteno, tiamina ou vitamina B1, riboflavina ou vitamina B2, niacina ou vitamina B3, ácido nicotínico e ácido ascórbico. Para cada 100 gramas de Feijão Soja, seco ou cru, temos 5 gramas de minerais, dentre eles: sódio, potássio fósforo, ferro, magnésio e zinco. A farinha de soja contém fósforo e cálcio em proporções mais elevadas do que o leite, ou trigo integral, na proporção de duas vezes mais cálcio e cinco vezes mais fósforo que o leite de vaca. Cada xícara de Feijão Soja cozido contém 3 gramas de fibra. A casca do feijão Soja é rica em fibra não dispõe de substâncias nocivas ao organismo, pois não é tóxica.

A cinza bruta, obtida em análise pela calcinação de um peso conhecido da matéria seca, a 600° C, até que reste o resíduo mineral representa os componentes inorgânicos. Nessa matéria mineral podem estar presentes os elementos minerais que desempenham no organismo animal funções múltiplas e complexas relacionadas com crescimento, manutenção, reprodução e produção. Pode também estar presente nessa análise solo, caso tenha havido contaminação.

Os principais elementos minerais são divididos em macroelementos - cloro, sódio, potássio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre, e em microelementos - ferro, zinco, manganês, iodo, cobre, cobalto, molibdênio, flúor e selênio. Os macro estão presentes no corpo em proporção superior a uma parte por mil partes de peso vivo e nas análises são expressos em porcentagem. Os micro são encontrados apenas em traços e são expressos em partes por milhão de matéria seca.

O zinco é um elemento essencial para a maioria das espécies animais. Muitos animais precisam ser suplementados com alguma forma concentrada de Zn, em razão da pouca disponibilidade do elemento ou do seu baixo nível na dieta. O zinco exerce variadas atividades no organismo, principalmente através de sua participação como ativador de certas enzimas ou como componente de um variado número de metaloenzimas. O zinco localiza-se no sítio ativo das enzimas e está envolvido em processos catalíticos da maior importância, tais como o metabolismo de ácidos nucléicos e de carboidratos e a síntese de proteínas, daí a sua deficiência dietética ser capaz de afetar um grande número de importantes funções orgânicas.

Tanto o emprego de resíduos urbanos contendo qualidades elevadas de metais pesados, como o uso indiscriminado de biocidas podem elevar as qualidades de zinco no solo a níveis tóxicos, prejudicando o crescimento das plantas.

Ao se empregar adubos cúpricos minerais pode-se elevar, pelo menos temporariamente, a disponibilidade do elemento, variando a sua intensidade com quantidade, produto, método de aplicação, tempo e evidentemente, com aquelas condições de solos que a afetam.

A deficiência de cobre geralmente está associada a solos minerais com drenagem pobre, a solos com pH superior a 7,5 ou a solos com altos teores de matéria orgânica. Oplinger & Ohlrogge (1974) obtiveram respostas da soja a cobre em solos arenosos e também em solos com altos teores em matéria orgânica. A deficiência de cobre pode ser corrigida pelo emprego de fertilizantes contendo este elemento tanto na forma de sulfato de cobre como na de óxido (Everett, 1969). O controle da disponibilidade do cobre para as plantas pode ser feito através de calagem, adição de adubos orgânicos, irrigação ou drenagem, adubos cúpricos na forma de sais ou de quelato, etc.

O ensaio de teor de água verifica a quantidade de água presente no produto. A incidência elevada de água em alguns gêneros alimentícios significa que ele pode trazer riscos para a saúde do consumidor, por criar ambiente propício para a proliferação de microorganismos. Entretanto, o açúcar, dada a sua baixíssima atividade de água, é classificado como produto estável microbiologicamente. O inconveniente decorrente da presença de água neste produto é o empedramento (formação de "pedras") que ele sofre, ocasionado pela aglomeração dos cristais, o que dificulta o seu uso.

Devido à abundância da soja, a seu custo relativamente baixo, e ao alto teor de proteína e óleo, aproximadamente 85% da colheita anual do mundo é utilizada para a fabricação de farelo e óleo de soja. O uso básico do farelo de soja é para a alimentação animal, e somente 2 a 3% desse farelo origina farinha ou outro produto como proteína de soja para consumo humano. Somente cerca de 10% da colheita da soja é utilizada como principal ingrediente em alimentos à base de soja e, desses 10%, estima-se que 90% sejam utilizados na Ásia. Isso significa que apenas 1% da colheita anual é revertida em alimentos à base de soja nas nações ocidentais.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), está lançando cultivares específicas para consumo humano, posteriormente incentivará produtores rurais a produzir mais para atender demanda das indústrias de alimentos e abrir novas oportunidades aos produtores

rurais. As cultivares estão em fase de multiplicação de sementes, na qual deve abrir espaço para soja brasileira no mercado japonês.

No Japão e China, a soja é utilizada em larga escala como alimento em substituição à proteína animal, leite, carne e ovos. O Japão é um dos maiores consumidores de soja e seus derivados e as indústrias de beneficiamento são bastante exigentes quanto à classificação das sementes. Segundo a companhia nacional de abastecimento (CONAB), no ano de 2000 o Japão importou 530 mil toneladas de soja em grão do Brasil.

Estamos atravessando uma grave crise social, a nível mundial. A fome está em todo lugar, não só no Brasil e nos países africanos, mas também países desenvolvidos como os Estados Unidos vem sofrendo com este problema. A demanda de alimentos é superior a oferta.

Com a elevação mundial da taxa de natalidade e a necessidade de alimentar milhões de novas bocas juntamente com a alta taxa de mortalidade presente em alguns países subdesenvolvidos, julgou-se poder resolver não mais só o problema como o aumento da produção de alimentos; o excesso, mas também fabricação de produtos com alto teor nutricional e reduzido preço comercial cabível a todas as classes sociais.

A alimentação e a nutrição são etapas de significados e ação diferentes, mas relacionados entre si; essa união quando harmonicamente desenvolvida garante ao indivíduo plenas funções orgânicas e condições para manter sua vida e saúde. Os conhecimentos sobre alimentação e nutrição não devem ficar circunscritos aos nutrólogos e nutricionistas e sim estendidas de forma geral, pelo menos quanto aos seus aspectos básicos.

A soja não é apresentada como uma alternativa alimentar, mas é o alimento do terceiro milênio. Isto não quer dizer que devemos abandonar o tradicional “arroz com feijão” e sim melhor aproveitar os novos produtos a base de soja fabricados através dos avanços tecnológicos.

Falta tão pouco para colocar o feijão soja no prato dos brasileiros, ou seja, distribuição e educação sobre o valor nutritivo de tão nobre leguminosa, suas formas de apresentação e de seus derivados, dos quais destacamos o leite, a soja texturizada, popular “carne de soja”, bem como o queijo (TOFU). Isso são resultados do programa de melhoramento genético da soja para consumo humano, iniciado 1986, pela Embrapa. O programa

enfoca as tendências de consumo do mercado e procura suprir a agricultura nacional de cultivares competitivas, além de estimular o consumo interno do grão, que tem propriedades nutritivas, atua na prevenção de doenças.

Como regra geral, a excelência de qualquer produto industrializado está condicionado a perfeição da matéria-prima utilizada. “Não haverá produto bom, se ele for fabricado com matéria-prima desqualificada”.

Em função do que foi exposto, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de doses dos micronutrientes Zinco e Cobre, aplicadas no solo, em algumas características físicas e químicas de grãos de soja produzidos em Boa Vista.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Evolução da Cultura da Soja

Foi no início do século XX que a soja passou a ser utilizada comercialmente nos Estados Unidos. A partir de então, houve um rápido crescimento na produção, com desenvolvimento das primeiras cultivares comerciais. No Brasil, o grão chegou com os primeiros imigrantes japoneses em 1908, mas foi introduzido oficialmente no Rio Grande do Sul em 1914, atualmente é cultivada em grande parte do país. Todavia, essa expansão deve-se a sua adaptabilidade ambiental que é semelhante a do milho.

A partir daí aumentou-se o interesse de produtos à base de soja; em função de tratar-se de uma rica fonte de proteínas e de óleo comestível tornou-se atualmente um produto de ampla aceitação nos mercados interno e externo, e sua comercialização se faz em preços compensadores.

A cultura da soja se desenvolve atualmente em vários países dentre os quais se destacam os Estados Unidos, China continental e Brasil. Por se tratar de produto rico em óleo e proteína seu uso na alimentação humana e animal vem crescendo a taxas razoáveis. Para atender a uma procura crescente as áreas plantadas se ampliam, tecnologias se modernizam e a produção aumenta (MINAS GERAIS, 1971).

Dentre os principais produtores destacam-se também a Argentina e o México, aonde a soja vem se expandindo bastante nos últimos anos, dadas as condições favoráveis de

produção que esses dois países apresentam. O Paraguai igualmente começa despontar e tem grande potencialidade como produtor de soja (Fundação Cargill, 1986).

No Brasil, a cultura da soja representa, especialmente no Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso e Santa Catarina, uma das atividades mais rentáveis para os agricultores. Com a ampliação das áreas plantadas e da oferta do produto implantou-se uma indústria de óleo de soja que cresce e se moderniza.

Por ser a soja produto que possui mercado externo certo, ele vem facilitando a diversificação das exportações e contribui grandemente para a formação da renda derivada do setor externo. Análises feitas têm demonstrado ser a soja uma atividade lucrativa para o produtor rural, especialmente quando sua lavoura é mecanizada e tecnicamente conduzida (MINAS GERAIS, 1971).

2.2. Fatores que Contribuíram para a Expansão da Soja

O período de 1950 a 1955, em decorrência da crescente demanda de óleos comestíveis, caracterizou-se pela ampliação do parque industrial desse produto e déficit de matéria-prima. Os industriais preocupados com essa situação recorreram à soja para solucionar o problema.

Dado assim, o primeiro passo decisivo para o estabelecimento das primeiras culturas comerciais, outros fatores políticos e econômicos vieram favorecer gradativa e constantemente a expansão da soja em todo o sul do Brasil que chegou no período de 1955 a 1980, a acusar uma taxa de crescimento anual, superior a 30% (Fundação Cargill, 1986). Culminando por conquistar as áreas de cerrado setentrional brasileiro com o cultivo da soja. Devendo-se isso a adaptabilidade apresentada pela cultura e na aplicação de estudos básicos realizados anteriormente como os de Rachie e Roberts (1974).

Na implantação definitiva da soja no Brasil, os seguintes fatores contribuíram de forma expressiva: (Fundação Cargill, 1986).

1) O binômio trigo x soja oferecia aos agricultores a possibilidade de serem obtidas duas safras por ano, sem maiores investimentos porque podiam ser usadas as mesmas terras e as mesmas máquinas e, como a política governamental se baseava na auto-suficiência de trigo, ela oferecia subsídios financeiros vantajosos para a aquisição de insumos e de equipamentos.

- 2) Fácil mecanização de todas as operações.
- 3) Participação de grandes cooperativas e empresários agrícolas, no cultivo de soja.
- 4) Preço favorável de soja no mercado interno e externo
- 5) Alimentos à base de soja.

2.3. História dos Alimentos à Base de Soja

Os alimentos à base de soja têm uma longa e ilustre história que remonta a dois mil anos, quando os chineses descobriram a soja selvagem. Além de terem aprendido a cultivá-la e a preparar alimentos simples e nutritivos com a soja, também foram os primeiros a perceber suas propriedades medicinais. Descobriram que os alimentos à base de soja eram muito úteis no tratamento de várias doenças, inclusive as doenças de pele e outros males (Klein, 2001).

O uso da soja se difundiu por todo o continente asiático há quase mil anos. A população de cada região ou país desenvolvia produtos exclusivos, feitos de soja, com base em suas tradições, clima e preferências de sabor. Quando os missionários e comerciantes europeus viajaram para a Ásia nos séculos XVII e XVIII, mencionaram em seus diários que a população local lhes serviu tofu e leite de soja, que eram consumidos diariamente por esses povos (Klein, 2001).

A imigração dos asiáticos para a Europa e para a América do Norte no século XIX acarretou na introdução da soja para os ocidentais. Muitas lojas, principalmente de chineses, foram abertas em cidades da Europa e da costa Leste e Oeste dos Estados Unidos onde habitavam grandes populações de asiáticos que comercializavam tofu e leite de soja.

Como surgiu um maior interesse pelos alimentos à base de soja durante a década de 1920, foram fundadas as primeiras empresas não asiáticas de tofu por grupos de Adventistas do Sétimo Dia no Tennessee e na Califórnia.

Naquela época a farinha de soja começou a ser muito utilizada, tanto na Europa como nos EUA, para produção de substitutos da carne contendo alto teor de proteína a um baixo custo. Durante ambas as Guerras Mundiais, grandes quantidades de farinha de soja foram utilizadas para suplementar a escassez da carne.

O cultivo e processamento da soja, em grande escala, teve início nos EUA, durante as décadas de 1940 e 1950, impulsionado pelo rápido crescimento da demanda por farinha com proteína e por óleo. No decorrer da década de 1960, os Estados Unidos tornou-se uma superpotência mundial na produção de soja e começou a exportar grandes quantidades de soja, farinha e óleo de soja para a Europa e Ásia. A quantidade de soja cultivada nos EUA multiplicou-se por quase 500 vezes de 1925 a 1979, de 4,9 milhões de alqueires para 2,3 bilhões de alqueires.

Durante as décadas de 1970 e 1980, os fazendeiros americanos eram os únicos a cultivar soja destinada a uma indústria em franca expansão. Como a demanda por farinha com proteína e óleo vegetal aumentou no mundo todo, os fazendeiros de outros países também começaram a plantar soja. Brasil, Argentina e Índia agora se tornaram as principais nações produtoras, e a China, de onde a soja se originou, continua sendo um grande produtor.

2.4. Tipos de Alimentos à Base de Soja

Os alimentos à base de soja podem ser facilmente classificados em dois grupos principais: alimentos à base de soja tradicionais e alimentos modernos à base de soja.

Dentro da área de alimentos à base de soja tradicionais há duas categorias: alimentos à base de soja tradicionais não fermentados como, soja fresca, soja seca integral, amendoim de soja, Brotos de Soja, farinha de soja integral, leite de soja e derivados e alimentos à base de soja tradicionais fermentados como, tempeh, Miso, molhos de soja, Natto, Tofu fermentado e derivado de leite de soja (Klein, 2001).

Alimentos modernos à base de soja: na virada deste século, os processadores de sementes de óleo ou esmagadores, começaram a fazer experiências com técnicas de processamento de soja e desenvolveram diversas tecnologias novas de produção. Isso levou ao desenvolvimento de uma vasta gama de alimentos e ingredientes “modernos” à base de soja a partir dos dois produtos primários produzidos através do esmagamento da soja: flocos de soja sem gordura e óleo de soja crua. Os flocos de soja sem gorduras mais conhecidos são: flocos de soja brancos comestíveis, farelo de soja, cereais de soja, farinha de soja, farinha de soja com baixo teor de gordura, farinha de soja integral, farinha de soja texturizada, concentrados de soja, proteínas de soja Isoladas, fibra de Soja. O óleo de soja crua é encontrado principalmente como, óleo para salada e fritura, manteiga

para uso culinário, margarina, óleo de soja Industrial, glicerina, ácidos graxos, lecitina, esteróis e tocoferóis (Klein, 2001; Lajolo & Genovese, 2002).

Depois do amendoim, o feijão soja é o que apresenta maior teor de gordura e de ótima qualidade. Entram em sua constituição ácidos gordurosos não saturados, ácido linoleico e arquidômico, essencial a alimentação humana.

O feijão soja tem em torno de 10 a 17% de hidratos de carbono. Porém apenas 2% desta cota encontra-se na forma de amido absorvível pelo organismo humano. Por esta razão, o feijão soja é alimento excelente para pessoas diabéticas, obesas ou em regimes para perda ou manutenção de peso. Em 100 gramas de Feijão Soja encontra-se: caroteno, tiamina ou vitamina B1, riboflavina ou vitamina B2, niacina ou vitamina B3, ácido nicotínico e ácido ascórbico. Para cada 100 gramas de feijão soja, secas ou cru, temos 5 gramas de minerais, dentre eles: sódio, potássio fósforo, ferro, magnésio e zinco. A farinha de soja contém fósforo e cálcio em proporções mais elevadas do que o leite, ou trigo integral, na proporção de duas vezes mais cálcio e cinco vezes mais fósforo que o leite de vaca. Cada xícara de feijão soja cozido contém 3 gramas de fibra. A casca do feijão Soja é rica em fibra não dispõe de substâncias nocivas ao organismo, pois não é tóxica.

O óleo de soja, o óleo vegetal mais utilizado no mundo atualmente, acaba sendo utilizado como óleo para fritura e salada ou como margarina e manteiga para culinária. Cinco por cento da soja colhida é utilizada como alimento para os animais da fazenda e para sementes num próximo cultivo.

2.5. Micronutrientes

Aproximadamente 95% da composição química das plantas, expressa em matéria seca, é constituída de carbono, oxigênio e hidrogênio, enquanto os 5% restantes advêm dos micronutrientes minerais separados em duas categorias: os macronutrientes como o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre e os micronutrientes como o zinco, boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e cobalto (Favarin & Marini, 2000).

A pequena participação dos elementos minerais na constituição dos vegetais e o próprio termo "micronutrientes" podem sugerir menor grau de importância – mas todos são essenciais para o desenvolvimento e reprodução das plantas. O critério adotado para a separação é meramente quantitativo, uma vez que os micronutrientes desempenham

suas funções no metabolismo vegetal, requerendo menores quantidades comparativamente à demanda de macronutrientes (Favarin & Marini, 2000).

Nos últimos anos tem se intensificado o uso de micronutrientes na agricultura brasileira, tendo contribuído para isso os seguintes fatores:

- O desenvolvimento de variedades com elevado potencial produtivo implica invariavelmente em maior exigência nutricional, que associada à maior produtividade agrícola eleva a produção de nutrientes contidos nos grãos das culturas como soja, milho e arroz, diminuindo progressivamente a disponibilidade nos solos;
- Perdas anuais de 800 milhões de toneladas de solo, que com a erosão carregam para fora das áreas de plantio as frações minerais e orgânicas, fontes de micronutrientes;
- Uso de fórmulas de fertilizantes de alta concentração reduziu a oferta de micronutrientes com impurezas;
- O avanço da fronteira agrícola para os solos ácidos e pobres – inclusive em micronutrientes – dos cerrados (com exceção do manganês);
- A correção de acidez com a elevação do pH da solução do solo, condição essencial para o bom desempenho da agricultura, diminui acentuadamente a disponibilidade (com exceção do molibdênio) dos micronutrientes zinco, boro, cobre, ferro e manganês, originalmente deficientes podendo diminuir em até 100 vezes a disponibilidade de manganês e zinco, além de reduzir a atividade do cobre e de ampliar os riscos de perdas de boro por lixiviação.

A soja é uma planta famosa por apresentar grande sensibilidade à deficiência de zinco e respostas à aplicação deste elemento são facilmente encontradas na literatura. O zinco parece ser preferencialmente removido em solos intemperizados em comparação com ferro, alumínio e manganês e, além disso, este micronutriente pode ser complexado pela matéria orgânica, fazendo com que sua concentração na solução do solo diminua (Bohn *et al.*, 1979).

O zinco participa da síntese do aminoácido triptofano, precursor do Ácido Indol Acético (AIA), um hormônio do crescimento. Portanto, plantas deficientes em zinco são menores, raquíticas e com internódios curtos, com cloroses internervais, folhas lanceoladas. Os

passos metabólicos da síntese de lipídios, substância de reserva das sementes, são catalisados pela enzima aldóase na presença de zinco, possibilitando com isso maior granulação que refletirá no aumento de peso e obviamente no rendimento da cultura (Favarin & Marini, 2000).

Segundo Verneti (1983), sintomas de deficiência de zinco em soja aparecem comumente em solos sob vegetação de cerrado e são semelhantes aos de toxicidade de manganês. Tanto a calagem como a adubação fosfatada em doses elevada pode diminuir a disponibilidade de zinco para a soja.

A aplicação de zinco no solo pode alterar a disponibilidade de outros nutrientes para a soja. Verneti (1983) afirmou que os teores de ferro na folha a pH 5,5 e 6,5 e de fósforo a pH 6,5, diminuíram com o aumento de zinco no solo, mas não se aproximaram dos níveis de deficiência.

Lee & Craddock (1969) conseguiram corrigir a toxicidade de zinco para a soja, resultante da aplicação de sulfato de zinco em um solo que já possuía quantidade elevada de zinco, apenas com a elevação de pH de 5,4 para 6,5.

Dentre os 15 micronutrientes considerados essenciais à dieta humana e dos animais, oito se destacam como os mais importantes devido às relevantes funções desempenhadas no organismo e a possibilidade de sua ocorrência em níveis deficientes e excessivos ou desequilibrados na dieta. São estes: o ferro, cobre, zinco, cobalto, iodo, manganês, molibdênio e o selênio. Os micronutrientes exercem suas funções principalmente através de sua participação como ativadores de enzimas ou como integrantes essenciais de sistemas enzimáticos importantes no metabolismo animal (Rosa, 1991).

O ferro, cobre, zinco, cobalto, iodo, manganês, molibdênio têm comportamento químico muito diferenciado. Dois são não metais (boro e cloro) e os demais metais pesados.

Os micros, como também são conhecidos, são utilizados pelas plantas em pequenas quantidades. Sua falta, no entanto, pode acarretar grandes perdas na produtividade. O solo brasileiro é pobre em micronutrientes, principalmente zinco nas regiões de cerrado e de fronteiras agrícolas, que ganham produtividade de soja e milho ao utilizar micronutrientes (Favarin & Marini, 2000).

Entre as inúmeras funções do cobre pode ser enumerada a sua importância curativa e na prevenção de algumas doenças. Na presença do cobre as atividades das peroxidases e catalases são diminuídas acumulando, nos tecidos, fenóis e peróxidos de hidrogênio, ambos com ações sobre fungos e bactérias. Outra contribuição é a sua participação na síntese da hemoglobina e no transporte de elétrons durante a fixação de nitrogênio, que ocorre no interior dos nódulos nas raízes de soja (Favarin & Marini, 2000).

Os micronutrientes são utilizados na fabricação de fertilizantes e rações, com doses e quantidades calculadas para cada característica de solo. A composição básica do adubo ou fertilizante é conhecida pelos especialistas como NPK. O N é o Nitrogênio, responsável pelo crescimento; o P é o Fósforo, elemento que aumenta a massa e o K ou Potássio fornece o açúcar necessário para o bom desenvolvimento da planta. O micronutriente é um produto que complementa o fertilizante, garantindo outros aspectos do crescimento da planta (Favarin & Marini, 2000).

Em levantamento realizado em vários estados, com 35 culturas, detectou-se a deficiência entre outros de zinco em 23 e cobre em 7 culturas. Resultados experimentais com aplicação de micronutrientes indicam uma frequência de resposta de 36% para o zinco, 24% para o boro, 14% para o molibdênio, 12% para o cobre e 8% para o manganês nas culturas anuais como soja, milho, arroz, não diferindo substancialmente nas culturas perenes (Favarin & Marini, 2000).

2.6 Conservação dos Alimentos

Os principais objetivos dos processos de conservação consistem na dilatação do prazo de vida de prateleira dos produtos, que deverão manter na maior extensão possível, suas características específicas e valor nutritivo. Contribui também para a conservação a redução da síntese de compostos (Müntz *et al.*, 1993).

A indicação do processo de conservação está condicionada à natureza dos alimentos e matérias-primas e às diversas peculiaridades que apresentam, como, por exemplo: a sua origem (animal ou vegetal), seu estado físico (sólido, líquido, emulsionado, subdividido etc), o tempo de conservação necessário e o destino que irá ter o produto, o que fica na dependência da composição química que apresentam (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal do Grão de Soja e de seus componentes

Componentes	Rendimentos (%)	Proteína (%)	Óleo (%)	Cinza (%)	Carboidrato (%)
Soja em grão	100,0	40,3	21,0	4,9	33,8
Cotilédones	90,3	42,8	22,8	5,0	29,4
Casca	7,3	8,8	1,0	4,3	85,9
Hipocótilo	2,4	40,8	11,4	4,4	43,4

Fonte.: Carrão-Panizzi (1988)

Determinação da água e perda por dessecação. O excesso de água em drogas vegetais é responsável pelo crescimento de bactérias e fungos, assim como pela hidrólise de constituintes. As monografias farmacopéicas limitam o teor de água, especialmente nas drogas que tem a facilidade de absorvê-la ou nas quais o excesso de água causa deterioração. Com poucas exceções, o teor de água nas drogas vegetais deve variar entre 8 e 14 % (Sharapin, 2001).

A maior disponibilidade de água promove a solubilização de mais nutrientes, que serão absorvidos e metabolizados pelas plantas, formando mais área foliar, o que irá resultar em mais fotossíntese e, como conseqüência, maior exportação de cadeias carbonadas para os nódulos, o que aumentará a fixação de nitrogênio, havendo formação de maior quantidade de proteínas, resultando em maior teor de clorofila, maior fixação de carbono e redistribuição das reservas para toda a planta, aumentando o vigor e, por via de conseqüência, dando origem, constantemente, a novos ciclos favoráveis de crescimento (Müntz *et al.*, 1993; Orthofer, 1978).

Plantas mais vigorosas possuem metabolismo mais intenso, resultando na exsudação de maior quantidade de substâncias de melhor qualidade, que serão liberadas para a solução do solo e que vão influir favoravelmente na microflora e microfauna que habitam este ambiente, resultando na melhoria de todas as condições da rizosfera, o que irá influenciar favoravelmente o metabolismo das plantas, fechando, assim, o ciclo. Estes ciclos irão se repetindo e qualificando cada vez mais o microambiente produtivo, dando lugar ao surgimento de condições favoráveis para a expressão do potencial de rendimento dos cultivares (Orthofer, 1978).

O mercado de alimentos à base de soja é o que mais cresce, na indústria alimentícia, a economicidade da soja é evidenciada quando se compara o preço da sua proteína com das outras proteínas alimentares realçando o seu valor biológico (Duke, 1981).

A soja é uma solução viável como fonte protéica complementar, podendo atuar como elemento protetor, fortificando a dieta e enriquecendo a qualidade dos alimentos tradicionais, principalmente quando se considera que é uma cultura de alta produtividade, baixo custo de produção e alta qualidade nutricional. Sendo uma leguminosa ideal para o consumo humano, bem a Soja deveria no patamar de uso quase obrigatório para a eliminação da fome nas camadas sociais mais desprotegidas, pois é um produto barato, de fácil adaptação, podendo ser cultivada em qualquer clima (Norman, 1978).

Todavia, o controle de qualidade é imprescindível, pois através dele, o alimento pode ser observado em todas as fases de sua industrialização, desde a escolha da matéria-prima, até o de seu armazenamento. A oportunidade dessas observações é muito importante, considerando que, por seu intermédio, é possível o reconhecimento e a renovação de falhas surgidas em qualquer das etapas de fabricação. O controle de qualidade garante, pois, a elaboração de um produto alimentício de agradável categoria. Com isso o consumidor tem certas predileções pelos produtos que compra (Silva, 1981).

Contudo a aceitabilidade do produto alimentício advém do equilíbrio de sua constituição, elaboração, de seus estados de nitidez, de seus caracteres organolépticos e, sobretudo de manutenção constante de todos esses valores; o produto que, apresenta sempre o mesmo padrão, transmite ao consumidor mais segura impressão de confiança e melhor se integra em seu hábito alimentar (Lajolo & Genovese, 2002).

2.7 Matéria Seca

É o peso do alimento quando se extrai toda a sua água. Nos fornece a parte dos alimentos constituída de substâncias orgânicas energéticas e substâncias reguladoras.

As energéticas são os glicídios ou carboidratos, lipídios ou extrato etéreo (graxas), protédeos ou proteínas (aminoácidos). São substâncias compostas de carbono, hidrogênio e oxigênio, sintetizados pelos vegetais, através da fotossíntese, constituem de 3 a 13% da matéria seca das plantas ou alimentos. Representam a principal fonte de energia e calor necessário aos animais quando realizam qualquer movimento físico. Exemplos de

glucídios: glicose, amido, celulose, glicogênio, levulose, sacarose, lactose. (<http://www.florestasite.com.br/alimentacao.htm>)

2.8 Cinza ou Resíduo Mineral

A cinza resultante da incineração do material vegetal pode ser fisiológica e não fisiológica. Denomina-se "cinza fisiológica" aquela que deriva dos componentes minerais da própria planta. A que deriva da matéria estranha, principalmente solo e areia que adere à superfície da droga, recebe a denominação de "cinza não fisiológica". Um teor de cinzas superiores aos padrões prescritos indica, geralmente, procedimentos de colheita e pós-colheita inadequados.

A determinação de cinzas compreende a determinação de cinzas totais, cinzas sulfatadas, também chamadas de resíduo de ignição e a determinação de cinzas insolúveis em ácido clorídrico. A determinação de cinzas totais envolve a determinação tanto da cinza fisiológica quanto da não fisiológica e consiste em medir a quantidade do resíduo não volatilizado após a calcinação da droga. Cinzas sulfatadas são representadas pelo resíduo não volatilizado após calcinação com ácido sulfúrico concentrado. Os metais presentes na droga são convertidos em sulfatos e, como estes são mais estáveis ao calor, permitem obter resultados mais precisos do que aqueles obtidos por simples calcinação. As cinzas insolúveis em ácido são o resíduo obtido após fervura do resíduo obtido na determinação de cinzas totais (Sharapin, 2001).

Nos alimentos e produtos alimentícios, os minerais podem ser encontrados em combinações orgânicas e inorgânicas. Entre os sais inorgânicos encontram-se principalmente os fosfatos, carbonatos, cloretos, sulfatos e nitratos de sódio.

A composição centesimal de um alimento inclui as percentagens de umidade, cinza, proteína, gordura e fibra. Segundo Kagawa (1995) a composição química média da soja em grão é a apresentada na Tabela 2 (página 21).

A determinação da cinza fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais. A cinza, nos alimentos, contém, principalmente, os seguintes cátions: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, cobre, cobalto, alumínio e ânions: sulfato, cloreto, silicato, fosfato, etc. Barcelos et al. (2002) trabalhando com sementes da cultivar IAC-8 obtiveram os resultados centesimais listados a seguir, expressos com base na matéria

25 *Efeito de doses de zinco e cobre em características físicas e químicas de grãos de soja armazenados em Roraima*

seca: 4,02% de cinzas; 5,91 de fibra, 35,85 de proteínas, 21,12 de lipídios, 33,10 de ENN e umidade de 5,44.

Tabela 2. Composição química média da soja em grão.

							Minerais								Vitaminas					Fibra Alimentar*		
Energia	Umidade	Proteínas	Lipídios	Carboidratos		Cinzas	Ca	P	Fe	Na	K	Mg	Zn	Cu	A	E	B1	B2	Niacina	Solúveis H ₂ O	Não solúveis H ₂ O	Totais
				açúcares	fibras																	
Kcal	g/100g						mg/100g						μg/100g		mg/100g			g/100g				
417	11,0	38,0	19,0	23,0	4,0	5,0	240	580	9,4	1,0	1900	220	3200	980	12	1,80	0,83	0,30	2,2	1,8	15,3	17,1

*A fibra alimentar é constituída pelo teor das fibras propriamente ditas e pelo teor dos carboidratos insolúveis. Fonte: Kagawa (1995).

As quantificações de cinzas obtidas nos trabalhos apresentam variações constantes como os 4,61 a 5,37% (Smith & Circle, 1972); 4,7% obtidos por Duke (1980) e Mansfeld (1986) para os 4,9% obtidos por Orthoefer (1978) e a faixa de 5,0 a 5,4% obtidos por Carrão-Panizzi *et al.* (2002) para as linhagens de soja estudadas.

Quando olhamos em direção do futuro, é fácil ver que a produção e o processamento de soja se tornarão cada vez mais importante para nosso planeta, e que os alimentos, nutrientes e até mesmo de produtos industriais a base de soja, estarão desempenhando um grande papel na alimentação, saúde e bem estar da humanidade. Em consequência disto, os mercados estão se especializando rapidamente devido às demandas do consumidor por produto com melhor qualidade (Lajolo & Genovese, 2002; Silva, 1981; Norman, 1978).

3. Material e Métodos

3.1. Local

Campo experimental água boa, onde foi cultivada a soja e Laboratório de análise do solo, ambos pertencentes a Embrapa Roraima (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

3.2. Obtenção do Material Experimental

O grão de soja foi produzido no campo experimental Água Boa (CEAB) pertencente a Embrapa Roraima, no município de Boa Vista. O cultivo no sistema convencional foi instalado em julho de 2001 contando com os tratamentos já aplicados ao solo, no ano de 2000 [cinco doses dos micronutrientes Zinco (0; 2,0; 4,0; 8,0; 16 kg.ha⁻¹) e Cobre (0; 1,5; 3,0; 6,0; 12 kg.ha⁻¹)], separados com quatro repetições. Os tratos culturais realizados durante o ciclo de cultivo foram os recomendados pela Embrapa (2000). Os grãos foram colhidos, trilhados e beneficiados, em setembro de 2001.

Após o beneficiamento, amostras de grãos dos tratamentos foram conduzidas ao laboratório de análise de sementes (LAS) onde foram analisadas quanto à qualidade fisiológica, determinada a umidade (média 11 e 9%) e a massa média de 1000 sementes (120 e 100g, respectivamente para Zn e Cu). A melhor qualidade fisiológica foi obtida nas saturações de 45% a 60% para os micronutrientes aplicados. Assim, amostras contendo 100 grãos, acondicionados em copos plásticos, foram armazenadas em câmara fria (15°C) por seis meses. As amostras de grãos de soja acondicionada em câmara fria

foram retiradas dois dias antes de iniciar-se os procedimentos de análises. Sendo mantidas em sala de laboratório com condições de ambiente controlado por aparelho de ar-condicionado.

3.2.1 - Preparo das Amostras

Após dois dias, as amostras com 100 grãos foram pesadas e em seguida, os grãos, foram submetidos à moagem em moinho de facas com peneira de 2mm, sendo a farinha resultante recolhida no coletor em saco plástico, posteriormente foi pesada e transferida para frasco de vidro, previamente identificado com a denominação especificada e mantidas em ambiente controlado. Os resultados obtidos das pesagens realizadas antes e depois da moagem resultaram no percentual de rendimento em farinha da matéria-prima. Em subamostras da farinha obtida, realizou-se determinações da matéria seca e de cinzas (matéria mineral).

Ao término da moagem de cada amostra a “câmara de moagem” foi cuidadosamente limpa com pincel, bem como as demais partes do moinho retirando-se a peneira e seu suporte. Isto se aplicou com rigor pois o objeto das análises era micronutrientes.

3.3. Procedimento Experimental

3.3.1. Matéria Seca

Foram pesadas duas gramas de amostras em cadinhos de porcelana, em duplicata, para cada tratamento, sendo acondicionadas em dessecador até que se completassem todos tratamentos de um micronutriente. Logo após a conclusão das pesagens, as amostras foram colocadas no interior de uma estufa regulada a temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por quatro horas. Após este período as amostras foram retiradas e acondicionadas em dessecador por 1 hora, até que a temperatura estivesse equalizada com o ambiente. Em seguida procedeu-se a pesagem das amostras secas em balança analítica de precisão. Os resultados das pesagens foram anotados em planilhas padronizadas do laboratório, digitados e efetuados os cálculos em planilhas eletrônicas. Os resultados foram obtidos na aplicação da fórmula:

$$\% \text{ MS} = (p. \text{ cad} + am - p. \text{ cad}) \times 100/2.$$

Onde: MS = matéria seca;

(p. cad.)= peso do cadinho.

am = amostra.

3.3.2. Teor de Água

A determinação do teor de água foi realizada por método indireto. O que se determinou foi a matéria seca e, admitindo-se que a perda de peso, na determinação, corresponde ao peso de água retirada no processo. A fórmula para cálculo dos resultados é a seguinte:

$$\% \text{ Teor de água} = 100 - MS$$

onde: 100= peso inicial da amostra

MS= matéria seca

3.3.3. Cinza (Matéria Mineral)

Foram pesados dois gramas de farinha em cadinhos de porcelana, em duplicata, para cada tratamento, sendo acondicionadas em dessecador até que se completassem todos tratamentos de um micronutriente. Logo após a conclusão das pesagens, as amostras foram colocadas no interior de uma mufla elétrica com temperatura controlada de 550°C por quatro horas. Após este período, as amostras permaneceram na mufla, para reduzir a temperatura até 150°C, quando foram retiradas, as amostras, que eram acondicionadas em dessecador por 1 hora, até que a temperatura estivesse equalizada com o ambiente. Em seguida procedeu-se a passagem das amostras cinzas em balança analítica de precisão. Os resultados das pesagens foram anotados em planilhas padronizadas do laboratório, digitado e efetuados os cálculos em planilhas eletrônicas.

Materiais/Equipamentos

Sacos de papel (1kg); frasco de vidro com tampa (150ml); estufa com circulação forçada de ar; estufa de secagem simples; moinho Willey (peneira de 1mm); e balança analítica.

Os dados obtidos nas análises foram posteriormente calculados pela fórmula:

$$\% \text{CINZA} = \frac{(\text{Peso do Cadinho} + \text{Cinza}) - (\text{Peso do Cadinho})}{\text{Peso da amostra}} \times 100$$

Peso da amostra x %MS a 105°C

Ao tarar os cadinhos a temperatura utilizada na mufla foi de 550°C, enquanto que ao incinerar as amostras a temperatura foi elevada gradativamente em intervalos de 100°C até a desejada, para evitar a queima brusca da farinha evitando-se perdas.

O delineamento experimental utilizado nas determinações foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. A análise de variância foi realizada para cada teste e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística - SANEST (Zonta & Machado, 1984).

4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos após a moagem, em moinho elétrico de facas, resultaram em farinha apresentando rendimento médio de 32,76% (Tabela 3). Os resultados de rendimento de farinha dão um indicativo de qual aproveitamento pode ser obtido a partir da matéria prima grão de soja, seguindo a metodologia adotada neste trabalho. Possibilitam, ainda, que se quantifique a necessidade de matéria prima para determinada demanda em subprodutos a serem produzidos a partir da farinha de soja.

Na ausência de aplicação de zinco (testemunha) e na dose de 16 kg.ha⁻¹ deste micronutriente foram obtidos os menores percentuais de rendimento, enquanto que a dose de 4 kg.ha⁻¹ apresentou o maior rendimento, sem no entanto diferir significativamente de 2 e 8 kg.ha⁻¹. Estes resultados indicam que a aplicação de até 8 kg.ha⁻¹ de zinco no solo podem melhorar o rendimento de farinha obtida na moagem dos grãos de soja. Já a aplicação de 16 kg.ha⁻¹ proporciona redução no rendimento ou no aproveitamento dos grãos para produzir farinha (Tabela 3). Com esses resultados de rendimento de farinha podemos dimensionar quantos grãos de soja serão necessários para a obtenção de determinada quantidade de farinha que se precise.

Os valores de teores percentuais médios de água, obtidos na farinha produzida, mostram diferenças significativas entre a obtida na farinha onde não se aplicou zinco e onde se aplicou as quatro diferentes doses. Segundo estes valores obtidos, pode inferir-se que a farinha produzida onde foram aplicadas doses de zinco apresenta teores de água superiores dos obtidos na farinha sem a aplicação deste micronutriente (Tabela 3). Estes resultados indicam que a farinha produzida onde aplicou-se zinco no solo é mais higroscópica ou manteve maior quantidade de água que a obtida de grãos produzidos

sem este tratamento. Isto significa que a farinha produzida com aplicação de micronutriente zinco no solo apresentará menor qualidade durante o armazenamento.

Tabela 3. Valores médios* (%) de rendimento de farinha, matéria seca, teor de água, e cinzas obtidos a partir de 100 grãos de soja produzidos com aplicação no solo de cinco doses ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de zinco e armazenados por seis meses em Boa Vista-RR.

Tratamentos	Rendimento Farinha		Matéria seca		Teor de água		Cinzas	
0	29,16	b**	88,67	a	11,33	b	3,68	a
2	33,23	ab	86,97	b	13,03	a	3,62	a
4	36,94	a	86,97	b	13,03	a	3,64	a
8	35,13	ab	86,56	b	13,44	a	3,49	a
16	29,35	b	86,97	b	13,03	a	3,56	a
CV. %	10,09		0,75		0,75		5,48	
Média geral.	32,76		87,23		12,77		3,41	

*Resultados médios de 12 repetições

** Na coluna, letras distintas diferem entre si, pelo teste de tukey em nível de 5%.

Quanto aos valores médios de matéria seca obtidos da farinha produzida estes ficaram acima de 86,5%, sendo que a farinha obtida onde se aplicou doses de zinco apresentou valores semelhantes mas inferiores aos obtidos sem esta aplicação (Tabela 3). Os resultados apresentam-se bastante próximos e uniformes tendo em vista o baixo coeficiente de variação obtido (0,75%).

A determinação da Matéria Seca é o ponto de partida da análise de alimentos. E de grande importância, uma vez que a preservação do alimento pode depender do teor de água presente no material e, além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, temos que levar em consideração os respectivos teores de matéria seca. Por outro lado, se desejamos comparar o resultado de análises em diferentes épocas, locais ou regiões, sempre fazemos essa comparação em base da matéria seca, isto é, como se o alimento contivesse 100% da mesma. Sobretudo, convém ressaltar, o fato de que somente os princípios nutritivos que integram a matéria seca são aproveitados pelo organismo animal com fins nutricionais.

Portanto o controle de qualidade em cada indústria de alimentos deverá ser instituído de acordo com os fatores de influência sobre o aproveitamento, conservação e eficiência nutricional da matéria-prima, sobre as condições de elaboração do alimento em todas

suas etapas e principalmente sobre os valores que asseguram ao produto os padrões exigidos às suas qualidades organolépticas, nutritivas, de sanidade e custo acessível.

Os resultados médios de teores percentuais de cinzas obtidos na análise da farinha de grãos de soja produzidos com e sem a aplicação de doses de zinco aplicadas ao solo não apresentaram diferenças significativas variando de 3,49 a 3,68% (Tabela 3). Estes valores estão abaixo dos encontrados na literatura (Smith & Circle, 1972; Orthofer, 1978; Duke, 1980; Mansfeld, 1986; Kagawa (1995); Carrão-Panizzi *et al.*, 2002; Barcelos *et al.*, 2002) e bem abaixo dos 6% permitidos pela portaria ministerial 795 de 15 de dezembro de 1993 (Portaria).

Os grãos de soja produzidos no campo experimental Água Boa em 2001, área pertencente a Embrapa em Roraima, com aplicação de cinco doses do micronutriente cobre, no solo antes do cultivo da soja e posteriormente armazenados em câmara fria por seis meses, após a moagem, realizada em moinho elétrico de facas, resultaram em farinha com rendimento médio de 23,63% (Tabela 4).

Na ausência de aplicação do micronutriente cobre (testemunha) foram obtidos os maiores percentuais de rendimento, enquanto que as doses de 1,5; 3; 6; e 12 kg.ha⁻¹ apresentaram rendimentos menores, sem apresentar diferenças entre as doses. Estes resultados indicam que a aplicação de cobre no solo reduz o rendimento de farinha obtida na moagem dos grãos de soja (Tabela 4). Desta forma, aumenta a quantidade de grãos (matéria prima) necessários para produzir uma quantidade desejada de farinha.

Os valores médios de teores percentuais de água, obtidos na farinha produzida, não mostraram diferenças significativas entre a obtida onde não se aplicou cobre e com a aplicação das quatro diferentes doses. Pelos valores obtidos, observa-se que a farinha produzida onde aplicou-se doses de cobre apresenta teores de água inferiores dos obtidos na farinha sem a aplicação deste micronutriente (Tabela 4). Isto significa que é uma farinha com melhor capacidade de armazenamento, agregando assim qualidade.

Na análise dos valores médios de matéria seca, obtidos a partir da farinha produzida estes ficaram acima de 89,1%, sendo que a farinha obtida onde se aplicou a dose de 3 kg.ha⁻¹ de cobre apresentou valores pouco superiores aos demais sem, no entanto, apresentar diferenças significativas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios* (%) de rendimento de farinha, matéria seca, teor de água, e cinzas obtidos a partir de 100 grãos de soja produzidos com aplicação no solo de cinco doses (kg.ha⁻¹) de cobre e armazenados por seis meses em Boa Vista-RR.

Tratamentos	Rendimento Farinha		Matéria seca		Teor de água		Cinzas	
0	32,76	a**	89,13	a	10,87	a	3,16	b
1,5	21,81	b	91,32	a	8,68	a	3,25	b
3	21,28	b	92,86	a	7,14	a	3,50	ab
6	21,79	b	92,67	a	7,33	a	3,39	ab
12	20,54	b	92,20	a	7,80	a	3,77	a
CV. %	17,17		2,10		2,10		3,27	
Média geral	23,63		91,63		8,37		3,60	

*Resultados médios de 12 repetições

** Na coluna, letras distintas diferem entre si, pelo teste de tukey em nível de 5%.

Os resultados médios de teores percentuais de cinzas obtidos na análise da farinha de grãos de soja produzidos com a aplicação de doses de cobre aplicadas ao solo apresentaram diferenças significativas. Os valores variaram de 3,16% na testemunha para 3,77% para a farinha obtida com aplicação de 12 kg.ha⁻¹ de cobre. A aplicação de cobre, independente da dose utilizada, apresentou tendência de elevar o teor percentual de cinzas resultante na farinha de soja produzida (Tabela 4) contribuindo, portanto, para aumentar o teor nutricional na composição centesimal do alimento.

Os valores médios percentuais de cinzas obtidos na análise da farinha produzida a partir de grãos produzidos com e sem a aplicação de doses do micronutriente cobre apresentam-se dentro dos limites estabelecidos por portaria.

Na tabela 5, observa-se que o teor de cinzas obtido na média geral das amostras de farinha de grãos de soja, produzidos com aplicação no solo de diferentes doses (kg.ha⁻¹) de Zinco e de Cobre armazenados posteriormente por seis meses, ficou abaixo dos valores encontrados na literatura (Smith & Circle, 1972; Orthofer, 1978; Duke, 1980; Mansfeld, 1986; Kagawa (1995); Carrão-Panizzi *et al.*, 2002; Barcelos *et al.*, 2002). Entretanto os teores percentuais de cinzas obtidos para os dois micronutrientes (Zn= 3,41% e Cu= 3,6%) são similares. Com esta redução do teor de cinzas apresentada, há possibilidade das diferentes dosagens aplicadas de Zn e Cu terem contribuído para um pequeno aumento da riqueza mineral da farinha de grãos de soja.

5. Conclusão

Em relação às características físicas:

A aplicação de zinco reduz os teores de matéria seca, aumenta os de água e 4 kg.ha^{-1} resulta em maior rendimento;

A aplicação de cobre não interfere nos teores de matéria seca e de água, mas reduz o rendimento de farinha.

Em relação à característica química:

A aplicação de doses de zinco não afetou os teores de cinzas da farinha;

As doses crescentes de cobre, aplicadas no solo, resultaram em incremento dos teores de cinzas na farinha.

6. Referências Bibliográficas

A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 1201. Washington. C.D., 1980, 1094 p.

A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 15 ed. Washington., 1990, 2v.

BARCELOS, M. de F.P.; VILLAS BOAS, E.V.de B.; LIMA, M.A.C. Aspectos nutricionais de brotos de soja e de milho combinados. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.4, p.817-825, jul./ago., 2002.

BOHN, H.L.; McNEAL, B.L.; O'CONNOR, G.A. **Soil Chemistry**. New York, John Wiley & Sons, 1979. 329p.

CARRÃO-PANIZZI, M.C. **Valor nutritivo da soja e potencial de utilização na dieta brasileira**. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1988. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 29).

DUKE, J. A. **Handbook of legumes of world economic importance**. 102-106. Plenum Press, New York, London. 1981.

ENGELSTAD, O.P. Use of multiple regression in fertilizen evaluation. **Agronomy Journal**, modison. v.60. p.327-9, 1968.

ENGELSTAD, O.P.; KHASANNEH, F.E. Use of a concurrent Mitschenlich model en fertilizer evolution. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, p.473-4, 1969.

EVERETI, P. H. Sources of fertilizer copper fer Watermelons. Florida State **Horticultura Society Proceedings**, talahassee, v.82, p.136-9. 1969.

FUNDAÇÃO CARGILL. **A soja no Brasil central**, 3º- ed. rev.ampl. n.1. Campinas, 1986. 444p.

KLEIN, L. História dos alimentos a base de soja.In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE POSCOLHEITA. 2. 2001. **Palestras...** Londrina: FAPEAGRO, 2001. p.93-107.

LAJOLO, F.M, GENOVESE, M.I. A soja e seus produtos: Ciência, Regulamentação e consumidor. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOJA, 2. 2002 **Anais** do II CBS e MERCOSOJA, 2002. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.125-128.

LAZZARI, F. Exigências de qualidade do milho para moagem, rações e silagem. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE POSCOLHEITA. 2. 2001. **Palestras...** Londrina: FAPEAGRO, p.120-134. 2001.

LEE, C.R.; CRADDOCK, G.R. Factores affecting plant Growth in high. Zinc medium; II. Influence of Soil containing Residual zinc from plach sprays. **Agronomy journal**, Madison, v.61, p.565-7, 1969.

MANSFELD, R. Leguminosae. In: Verzeichnis landw. Kulturpflanzen. 2. Aufl., Bd. 1-4, 430-698. Springer Verlag , Berlin. 1986.

MINAS GERAIS - Governo do Estado. Secretaria de Estado da Agricultura. Programa de desenvolvimento da cultura da soja, Outubro 1971. 52p.

MÜNTZ, K., R. JUNG, R. & SAALBACH, G. Synthesis, processing and targeting of legume seed proteins. In: P. R. SHEWRY & K. STOBART (eds.): **Seed Storage Compounds**. Clarendon Press, Oxford. 1993.

NORMAN, A.G. Soybean Physiology, Agronomy and Utilization. **Acad. Press**, New York. 1978.

OPLINGER, E.S.; OHLROGGE, A. J. Response of corn and Soybeans to field application of copper. **Agronomy journal**, Madison, v.66, p.568-71, 1974.

ORTHOEFER, F.T. Processing and Utilization. In: NORMAN: **Soybean Physiology, Agronomy and Utilization**. New York, Acad. Press,. 1978. p.219-246.

RACHIE, K.O. & ROBERTS, L.M. Grain legumes of the lowland tropics. **Adv. Agron.** v.26, n.1, 1974. 132p.

ROSA, I.V. Micronutrientes no animal: funções no metabolismo e conseqüências de carências e excessos. In: FERREIRA, M.E., CRUZ, M.C.P. da. **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/ CNPq, p.35-64. 1991.

SHARAPIN, N. Controle de qualidade de plantas medicinais e fitofarmacos - prescrições farmacopéicas. Santiago, Chile. **Boletín Lawen**. v.2, n.3, p.32-33. 2001.

SILLANPÄÄ, M. **Los Oligoelementos en los suelos y en La agricultura**. Roma. FAO, 1972, 71p. (Boletim de suclos, 17.)

SILVA, D.J. da. **Análise de alimento** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, UFV, Impr. Univ, 1981. 166p.

SMITH, A.K.; CIRCLE, S.J. "**Soybeans: chemistry and technology**". v.1, AVI Publishing, Westport, Connecticut, 1972.

VERNETTI, F.J. Bases Genéticas e fisiológicas da produção e nutrição. In: VERNETTI, F.J. **Soja, genética e melhoramento**. Campinas, Fundação Cargill, v.2. p.875-954. 1983.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas, UFPel, 1984. (Disquete)

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; ARIAS, C.A.A.; KIKUCHI, A.; MIRANDA, L.C.; YORINORI, J.T.; ALMEIDA, A.M.R. Avaliação de linhagens de soja para o consumo humano em diferentes locais do estado do paraná.

<http://www.sbmp.org.br/cbmp2001/area1/01Resumo277.htm>

FAVARIN, J.L.; MARINI, J.P. Importância dos micronutrientes para a produção de grãos. Junho 2000. <http://www.snagricultura.org.br/artigos/artitec-micronutrientes.htm>

Matéria Seca 2002. <http://www.florestasite.com.br/alimentacao.htm>

PORTARIA. <http://www.pr.gov.br/claspar/soja2.html>

Embrapa

Roraima