

BRAGANTIA

Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas
INSTITUTO AGRONÔMICO

Vol. 2

Campinas, Novembro de 1942

N.º 11

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CASCA DE RAMÍ EM DIVERSAS FASES DO SEU DESENVOLVIMENTO

J. C. Medina, G. O. Jensen
e J. P. Neri

INTRODUÇÃO

O presente artigo relata os resultados analíticos das determinações dos principais constituintes da casca de ramí (*Boehmeria nivea* Hook et Arn.) em amostras extraídas de caules em diversas fases sucessivas de desenvolvimento. Estas amostras foram extraídas em intervalos quinzenais, iniciando-se 30 dias depois do brotamento dos caules e continuando até a maturação e senescência das plantas.

Todavia, em consequência dos diferentes processos fisiológicos que se passam durante o crescimento da planta, resultados com apenas a composição em por cento podem parecer inexatos. De-fato, um aumento na percentagem de um constituinte pode não indicar necessariamente um aumento na quantidade absoluta deste, mas pode ser antes devido a uma diminuição ou translocação de algum outro constituinte ou constituintes. Além do mais, por não existirem métodos analíticos já experimentados em ramí, adaptamos às nossas pesquisas os que vinham sendo usados em outros materiais.

Também a amostra pode introduzir erro em virtude da desuniformidade do material. Empregamos para estas pesquisas grande quantidade de material, sendo possível, então, a repetição das análises nos casos em que havia discordância nos resultados. Os erros que porventura existam são, portanto, da mesma ordem e têm influência, de modo semelhante, nos resultados.

REVISÃO DA LITERATURA

Norton (16), em 1847, estudando plantas de aveia em diferentes fases de desenvolvimento, determinou que as percentagens de cinza na folha e palha aumentam regularmente com a maturação das plantas, enquanto que nos caules, após um aumento inicial, há diminuição com o envelhecimento das plantas.

Lawes e Gilbert (8), em 1884, analisaram amostras de plantas de trigo colhidas em diferentes fases de desenvolvimento. Determinaram as percentagens de matéria seca, cinza e azoto, e concluíram que a percentagem de cinza diminui regularmente com a maturação das plantas.

Collins e Spiller (2) relatam que a palha verde de aveia pode conter aproximadamente 6% de açúcar, principalmente açúcar invertido, enquanto que a palha completamente madura não contém esta substância.

Rogozinski e Starzewska (21) determinaram, entre outros componentes, as percentagens de cinza, fibra crua, pentosanas e linina, esta última indiretamente, em plantas de aveia em diversas fases sucessivas do seu desenvolvimento. Seus resultados mostram que as percentagens de fibra crua, pentosanas e linina aumentam com o envelhecimento das plantas, ao passo que a percentagem de cinza diminui.

Shaw e Wright (22), em 1921, estudaram a composição química das plantas de girassol e milho em diferentes fases de desenvolvimento. Verificaram que as percentagens de açúcares redutores e não redutores no girassol declinam um tanto irregularmente durante o crescimento da planta, ao passo que no milho variam um tanto nas fases iniciais, mas com tendência para aumento com o envelhecimento das plantas. Entretanto, ocorreu uma súbita queda quando os grãos estavam maduros. A percentagem de proteína total no girassol e milho diminui com a maturação das plantas.

Ver Hulst, Peterson e Fred (24) acharam que a percentagem de pentosanas da planta de milho aumenta com a maturação. Estes autores determinaram as pentosanas pelo furfurool total obtido quando se distila o material com HCl a 12%.

Beckmann, Liesche e Lehmann (1) determinaram o conteúdo de linina nas folhas e caules de plantas de centeio em diferentes fases de desenvolvimento. Os resultados indicam que a percentagem de linina aumenta com a maturação das plantas.

Dustman e Shriver (3) relatam a composição química da *Ambrosina trifida* colhida em diferentes idades. Determinaram que na época de florescimento a percentagem de proteína bruta era a mais alta. Nos últimos estágios do desenvolvimento, a percentagem de fibra crua aumentou, assim como a de pentosanas.

Phillips, Davidson e Weihe (17) estudaram a percentagem de linina, celulose, azoto e cinza, entre outros componentes também determinados, nas folhas e caules de plantas de trigo armazenadas e não armazenadas colhidas em várias fases de desenvolvimento. Os resultados indicam que as percentagens de linina e celulose nos caules aumentam com a idade das plantas, ao passo que as de azoto total e cinza diminuem.

Malhotra (12) determinou, entre outros componentes, as percentagens de extrato eter-petróleo, cinza, açúcar, hemiceluloses e azoto total, em trigo duro, de inverno, colhido em diversos períodos de crescimento. A percentagem de extrato eter-petróleo foi máxima durante a maturidade. A de cinza era alta nas fases iniciais do desenvolvimento, porém diminuiu depois. A de hemiceluloses aumentou um tanto durante os meses de inverno; elevou-se depois rapidamente na primavera e, por fim, diminuiu com a maturação da planta. A de azoto total era mais baixa no início, mas aumentou durante as últimas fases.

Norman (13) analisou plantas de cevada em várias fases de desenvolvimento. As percentagens de cinza e proteína crua mostraram um aumento inicial, seguindo-se queda constante com o crescimento. As percentagens de furfurool total e de celulose de Cross e Bevan aumentaram com a maturação. A de pentose (calculada como arabinose) foi irregular, porém mais baixa na planta madura que na planta nova. A de linina aumentou constantemente até os dois últimos períodos; diminuiu depois, devido, talvez, ao aumento de peso dos grãos.

Phillips e Goss (18), estudando a composição das folhas e caules de cevada em fases sucessivas de desenvolvimento, acharam que, depois de um aumento inicial, as percentagens de cinza e azoto declinam regularmente com a maturação das plantas. As percentagens de extrato álcool-benzeno e extratos aquosos a frio e a quente também declinam, embora irregularmente, com a maturação das plantas. A percentagem de componentes produzindo furfurool, assim como a de pentoses, calculada como pentosanas, aumentam com a maturação das plantas. As de celulose e de linina também aumentam regularmente com o desenvolvimento das plantas.

Norman (14) e Norman e Richardson (15), estudando a composição química do *Lolium multiflorum* em diferentes períodos de crescimento,

acharam que as percentagens de linina e celulose aumentam progressivamente com a idade das plantas.

Griffioen (5), em uma pesquisa sobre a composição química de caules de girassol em diferentes idades, constatou que as percentagens de linina e pentosanas aumentam, ao passo que a de pectina diminui rapidamente, assim como as de cinza e matéria solúvel em água quente.

Phillips e Goss (19), estudando a composição de várias partes da planta de aveia em períodos sucessivos de crescimento, determinaram que a percentagem de cinza nos colmos, bainhas e folhas diminuiu depois de um aumento inicial. Também a de azoto nas várias partes estudadas, depois de aumento inicial, diminuiu com a maturidade. As de furfurool total e pentosanas nos colmos, bainhas e folhas aumentaram regularmente, atingindo um máximo quando a planta tinha 63 dias de idade; depois houve uma diminuição, mas, na maturidade, verificou-se um ligeiro aumento. A de celulose nos colmos, bainhas, folhas, raquis e ramos da panícula, aumentou com a maturidade, mas não regularmente. As de açúcares redutores e não redutores (calculados como glucose e sacarose respectivamente) nos colmos, bainhas, folhas, raquis e ramos da panícula, aumentaram nos estágios iniciais do desenvolvimento e depois diminuíram com a maturidade. A de linina, nessas mesmas partes, aumentou geralmente com a maturação das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS DE ANÁLISE

Material: As amostras de casca de ramí utilizadas para esta investigação foram obtidas de caules colhidos em um lote de plantas localizado na Estação Experimental Central (fazenda Santa Elisa), em Campinas, originado de sementes germinadas em 1940. Este lote foi cortado, pela terceira vez, em 28 de fevereiro de 1942. A primeira colheita de amostra foi feita em 30 de março, isto é, trinta dias depois do terceiro corte, e as subseqüentes tomadas de amostra continuaram quinzenalmente até a maturidade e senescência das plantas.

O lote era aparentemente uniforme. Foi adotado, porém, um método de colheita de amostra, estabelecendo um padrão para cada fase do desenvolvimento, de modo a excluir ao máximo qualquer diferença existente entre as plantas de uma mesma idade, seja pela variação de fertilidade do solo, seja pela desigualdade de brotamento dos caules. Coletou-se, assim, material o mais uniforme possível. O erro devido à amostra foi também bastante diminuído pela quantidade de material coletado. Para cada fase do desenvolvimento foram colhidas três amostras,

cada uma composta de 50 caules. O corte destes foi feito em tempo seco e bem acima do solo, a-fim-de se evitar a terra aderente à base dos caules.

As plantas colhidas foram imediatamente desfolhadas e os caules descascados manualmente, pesando-se a casca verde obtida. As amostras foram, a seguir, postas a secar em estufa a 60°C, pesando-se depois a casca assim seca. Em seguida, cada amostra foi picada separadamente e depois finamente moída em desintegrador. O material assim obtido foi guardado em vidros providos de tampa metálica rosqueada.

As análises abrangem 7 fases diferentes do desenvolvimento das plantas, da maneira seguinte :

Fase 1 — Plantas com 30 dias de idade.

Fase 2 — Plantas com 45 dias de idade.

Fase 3 — Plantas com 60 dias de idade, apresentando os caules ainda verdes.

Fase 4 — Plantas com 75 dias de idade, apresentando caules com início de mudança de coloração, na parte inferior, de verde para pardo.

Fase 5 — Plantas com 90 dias de idade, com início da floração, mostrando todos os caules mudança de coloração, ponto este na prática indicado para o corte do ramizal.

Fase 6 — Plantas com 105 dias de idade, em fase de adiantado florescimento, com grande queda de folhas.

Fase 7 — Plantas com 120 dias de idade, apresentando os caules completamente escuros, com início de secamento, ponto este considerado na prática como passado para o corte do ramizal.

Método de análise : As várias determinações executadas sobre material seco a 60° C foram levadas a efeito segundo os métodos seguintes :

Umidade — Uma amostra de material foi secada a 100–110°C, a um peso constante, determinando-se depois a perda de peso.

Cinza — Uma amostra de material foi incinerada em uma mufla elétrica, pesando-se depois o resíduo inorgânico.

Celulose — Nas determinações de celulose foi empregado o método de J. Koenig (7).

Em uma caneca de porcelana coloca-se uma grama de material e 70 cc de glicerina sulfúrica (glicerina com 20% de ácido sulfúrico), misturando-se bem. Depois a caneca é colocada em autoclave, a 2 e.

meia atmosferas, durante uma hora. Filtra-se a quente em cadinho de Gooch, lavando-se com água quente, depois com álcool e, finalmente, com eter. A seguir, o cadinho é levado a uma estufa a 100–110°C, e depois pesado. A quantidade de celulose é determinada pela diferença de peso, depois de o cadinho ter sido levado para uma mufla elétrica para queimar a celulose.

Linina — Na determinação de linina foi usado o método de G. A. Richter (20), que se baseia na hidrólise da celulose e outros hidratos de carbono presentes por meio de ácidos inorgânicos fortes.

Uma grama de material extraído com etanol-benzeno é colocada em um frasco de 400 cc, adicionando-se a seguir 20 cc de ácido sulfúrico a 72%. A mistura é bem agitada e depois de 15 minutos de repouso adicionam-se mais 70 cc do mesmo ácido, agitando-se novamente. Depois de repousar durante 18–24 horas, a mistura é diluída com água a um volume de 375 cc, agitando-se bem, e a seguir é digerida em banho-maria durante 2 horas. Depois é filtrada em cadinho l.G.4, lavando-se com água quente.

Matéria péctica — A matéria péctica foi determinada pelo método de Lefèvre-Tollens (9), baseado no libertamento do CO₂ de ácidos galacturônicos e tetragalacturônicos presentes na pectina, quando aquecidos com HCl a 12%. A quantidade destes ácidos é uma medida para as substâncias pécticas. O conteúdo do primeiro e o do segundo são calculados multiplicando a quantidade de CO₂ libertado pelos fatores 4,4 e 4,09.

Num frasco de destilação ligado a um condensador de refluxo coloca-se uma grama de material e 100 cc de HCl a 12%, aquecendo-se em banho de metal. Mediante a sucção de uma trompa de vácuo, a corrente de ar passa através da massa, previamente libertada de todo o CO₂, pela passagem em dois frascos lavadores contendo potassa a 50%, um frasco contendo cal sodada e um contendo solução de barita (modificação dos autores), que controla a eliminação do CO₂ do ar. Durante a destilação forma-se, além do CO₂, furfural que, na maior parte, condensa e cai novamente no balão, enquanto a restante é absorvida num frasco de lavagem contendo solução de nitrato de prata nitrificada (2% de AgNO₃ e 1% de HNO₃). O CO₂ libertado é absorvido em uma solução de barita, presente em uma série de frascos, a qual é depois titulada. Depois destes frascos há um tubo em U, ligado à trompa de vácuo, contendo cal sodada, a-fim-de prevenir a entrada do CO₂ do ar.

Pentosananas — As pentosananas foram determinadas pelo método de Tollens, (23) que se baseia na hidrólise das pentosananas pelo aqueci-

mento com HCl a 12%, produzindo furfural que pode ser determinado quantitativamente por meio do precipitado formado com uma solução de floroglucina. O furfural obtido origina-se do total de substâncias produtoras de furfural, incluindo o ácido galacturônico que forma a maior parte da matéria pécica. Segundo análises de A. C. Sloep, citado por Griffioen (5), parece que cerca de 3 partes de ácido galacturônico livre correspondem a uma parte de furfural floroglucídeo. Após dedução desta quantidade, obtemos a quantidade de furfural floroglucídeo produzido pelas pentosanas. A quantidade de pentosanas correspondente à calculada pelas tábuas de Tollens, no livro já citado.

Num frasco de 300 cc, ligado a um funil de separação e um tubo de saída ligado a um condensador, coloca-se 1 grama do material e aquece-se, em banho de metal, com 100 cc de HCl a 12%. Logo que 30 cc do destilado são coletados adicionam-se mais 30 cc de HCl a 12% do frasco de destilação e a operação continua desse modo até que sejam coletados 360 cc de destilado contendo furfural. Ao destilado total adiciona-se depois uma quantidade suficiente de floroglucina dissolvida em HCl a 12%, agitando-se bem. Primeiramente, o líquido toma cor amarela, depois verde e, finalmente, preto-esverdeada. A precipitação do furfural floroglucídeo termina depois de repousar durante 18 horas. O precipitado é depois filtrado, lavando-se com 100 cc de água fria.

Açúcares redutores — Na determinação dos açúcares redutores foi usado o método de ferricianeto de Jonesco (6), que se baseia no fato de que, sob a influência de redutores, em meio alcalino, o ferricianeto de potássio se transforma em ferrocianeto, com despreendimento de oxigênio. O ferrocianeto formado é diretamente proporcional à quantidade de açúcar redutor presente, e pode ser dosado, oxidando-o em meio ácido, com uma solução titulada de permanganato de potássio.

Num balão de 250 cc colocam-se 5 cc de reativo ferriciânico (5 g de ferricianeto de potássio, 5 g de KOH e 100 cc de água destilada), 15 cc de água destilada e um volume do líquido a analisar. Ferve-se durante um minuto. Resfria-se e juntam-se 50 cc de água destilada e 5 cc de ácido sulfúrico diluído (20 cc de ácido sulfúrico de densidade 1,84 e 80 cc de água destilada). O líquido toma cor verde, tanto mais intensa quanto maior for a quantidade de açúcar redutor presente. Em seguida, com uma bureta graduada, junta-se, agitando, a solução titulada de permanganato de potássio (N/30) até desaparecer a cor verde sem viragem ao róseo. A titulação termina quando a cor estiver francamente amarela (4).

Matéria solúvel em água quente — Foi determinada pela fervura de uma amostra em água destilada durante 3 horas. Após a filtração, 25 cc foram secados, em cápsula previamente tarada, em banho-maria e depois em estufa a 100–110°C. A diferença de peso representa a matéria solúvel em 25 cc.

Extrato etanol-benzeno — Foi determinado pela extração de uma amostra em um extrator de Soxhlet, durante 30 horas, com uma solução de etanol-benzeno na proporção de 1:1.

Matéria azotada — As determinações de azoto foram efetuadas pelo método de Kjeldahl (10, 11) modificado por Mach e Lepper eliminando-se antes todo o azoto nítrico, que, aliás, só foi constatado nas duas últimas fases do desenvolvimento.

Em um frasco de Kjeldahl coloca-se a amostra a analisar, uma pequena quantidade de sulfato de cobre e 20 cc de ácido sulfúrico concentrado e ataca-se até clarear o líquido. Passa-se depois para um balão de destilação, lavando-se com água destilada; junta-se uma pequena quantidade de pedra-pomes e 70 cc de NaOH a 50% e liga-se ao aparelho de destilação. No frasco que vai receber o destilado, juntam-se 10 cc de ácido sulfúrico titulado. Terminada a operação, titula-se o destilado e o número achado, multiplicado por 6,25, dá a quantidade de matéria azotada:

RESULTADOS ANALÍTICOS

Os resultados obtidos nas análises estão dispostos no quadro I e, as médias, no quadro II; estas estão ilustradas graficamente na figura 1. Todos os dados foram calculados na base de matéria seca e representam o conteúdo médio das cascas de caules de ramí em diferentes épocas de crescimento.

Os dados referentes à pectina constam em três colunas, que mostram, respectivamente, as percentagens de CO₂ produzido, as correspondentes de ácido galacturônico (multiplicando o CO₂ pelo fator 4,4) e as de ácido tetragalacturônico (multiplicando o CO₂ pelo fator 4,09).

Os componentes produzindo furfurool, que, como vimos, podem ser ácido galacturônico (que forma a maior parte da matéria péctica), pentosanas livres ou combinadas com pectina e, eventualmente, pentoses livres, são dados em duas colunas; a primeira representa a percentagem total de furfurool originado de ácido galacturônico, pentoses e pentosanas, e a segunda mostra a quantidade de furfurool floroglúcido depois da dedução do floroglúcido de ácido galacturônico. As percentagens de pentosanas correspondentes à quantidade restante de furfurool

O U A D R O I

COMPOSIÇÃO EM PORCENTO DA CASCA DE RAMÍ DE PLANTAS EM DIVERSAS FASES DE DESENVOLVIMENTO, CALCULADA NA MATÉRIA SECA A 100-110°C.

Idade (em dias)	Amostra	Matéria seca	Cinza	Celulose	Lignina	P E C T I N A				FURFUROL FLOROGLU- CÍDEO			Pentosanas (calculada)	Açúcares Redutores	Matéria Solúvel em Água Quente	Extrato Etanol-Benzeno	Matéria Azotada (somente de azoto org.)
						CO ₂ Liber- tado	Ácido Galacti- rónico	Ácido te- traglac- túrnico	de Pento- sanas + A. Galac- túrnico	somente de Pen- tosanas							
30	1	13.96	14.25	26.15	9.36	5.18	22.79	21.18	9.52	1.92	2.21	0.94	23.23	7.81	14.14		
	2	11.48	14.73	25.32	9.80	5.36	23.58	21.92	9.59	1.73	2.01	1.49	24.27	9.32	15.72		
	3	13.54	14.74	27.82	8.98	5.07	22.31	20.74	9.13	1.69	1.98	1.28	23.14	7.65	15.86		
40	1	13.16	13.14	29.44	13.93	3.76	16.54	15.38	9.71	4.20	4.22	1.28	17.14	5.48	10.95		
	2	14.22	13.33	31.57	14.65	3.87	17.02	15.83	9.32	3.65	3.72	1.43	16.89	7.56	11.57		
	3	14.60	13.80	31.22	14.95	4.14	18.22	16.93	9.01	2.94	3.10	1.60	17.28	6.77	10.22		
60	1	15.49	10.59	36.94	9.30	4.06	17.86	16.60	7.82	1.87	2.34	2.19	15.80	5.49	9.45		
	2	15.50	10.06	38.10	12.17	4.36	19.18	17.83	9.21	2.82	2.99	1.80	18.45	6.27	9.89		
	3	16.06	10.35	34.96	11.43	4.14	18.22	16.93	8.06	1.99	2.25	1.64	18.32	5.58	10.04		
75	1	13.24	14.31	39.11	9.23	3.84	16.89	15.70	9.16	3.53	3.62	2.58	18.07	4.32	7.55		
	2	13.35	13.30	37.44	10.44	3.96	17.42	16.20	8.72	2.91	3.07	2.64	16.55	4.29	7.83		
	3	13.29	12.77	38.12	10.38	4.05	17.82	16.56	9.74	3.80	3.86	2.63	18.52	5.19	7.37		
90	1	16.48	15.89	36.67	11.14	3.24	14.26	13.25	8.42	3.67	3.73	3.48	20.13	4.10	6.97		
	2	15.39	15.53	32.55	12.39	3.29	14.48	13.46	8.90	4.08	4.11	3.18	21.15	4.34	6.46		
	3	16.58	15.93	34.46	12.33	3.34	14.70	13.66	8.67	3.74	3.81	3.62	24.10	3.90	6.46		
105	1	15.09	18.34	31.87	10.14	3.36	14.78	13.74	11.15	6.23	6.02	2.29	23.58	6.06	8.17		
	2	16.19	16.07	33.11	10.99	3.42	15.05	13.99	9.07	4.06	4.09	2.38	24.09	6.65	8.34		
	3	15.36	18.14	31.46	11.54	3.58	15.75	14.64	9.48	4.23	4.25	2.62	24.86	5.48	8.53		
120	1	16.95	15.46	30.61	13.42	3.39	14.92	13.86	10.17	5.20	5.10	3.97	24.34	6.29	8.29		
	2	17.75	14.62	30.84	12.37	3.78	16.67	15.50	10.47	4.92	4.85	3.94	23.93	4.85	7.97		
	3	18.12	16.26	29.01	11.88	3.67	16.14	15.01	10.87	5.49	5.36	3.40	23.91	4.04	8.10		

Q U A D R O I I

COMPOSIÇÃO MÉDIA EM PORCENTO DAS AMOSTRAS DE CASCA DE RAMÍ DE PLANTAS EM DIVERSAS FASES DE DESENVOLVIMENTO, CALCULADA NA MATÉRIA SECA A 100-110°C.

A N Á L I S E S	FASES DE DESENVOLVIMENTO (EM DIAS)							
	30	45	60	75	90	105	120	
Matéria seca	12.99	13.99	15.68	13.29	16.15	15.55	17.60	
Cinza	14.57	13.42	10.33	13.46	15.78	17.52	15.45	
Celulose.....	26.43	30.74	36.67	38.19	34.56	32.15	30.15	
Linina	9.38	14.51	10.97	10.02	11.95	10.89	12.56	
CO ₂ libertado	5.20	3.92	4.19	3.95	3.29	3.45	3.61	
A. galacturônico	22.89	17.26	18.42	17.38	14.48	15.19	15.91	
A. tetraçalacturônico	21.28	16.05	17.12	16.15	13.46	14.12	14.79	
Furfural floroglucídeo { Pentosanas + A. galacturônico	9.41	9.68	8.36	9.21	8.66	9.90	10.50	
{ Somento de Pentosanas	1.78	3.59	2.23	3.41	3.86	4.84	5.20	
Pentosanas (calculada)	2.07	3.68	2.53	3.52	3.88	4.78	5.10	
Açúcares redutores	1.24	1.44	1.88	2.62	3.43	2.43	3.77	
Matéria solúvel em água quente	23.55	17.10	17.52	17.71	21.79	24.18	24.09	
Extrato etanol-benzeno	8.26	6.60	5.78	4.60	4.11	6.06	5.06	
Matéria azotada (somento de azoto orgânico)	15.24	10.91	9.79	7.58	6.63	8.35	8.12	

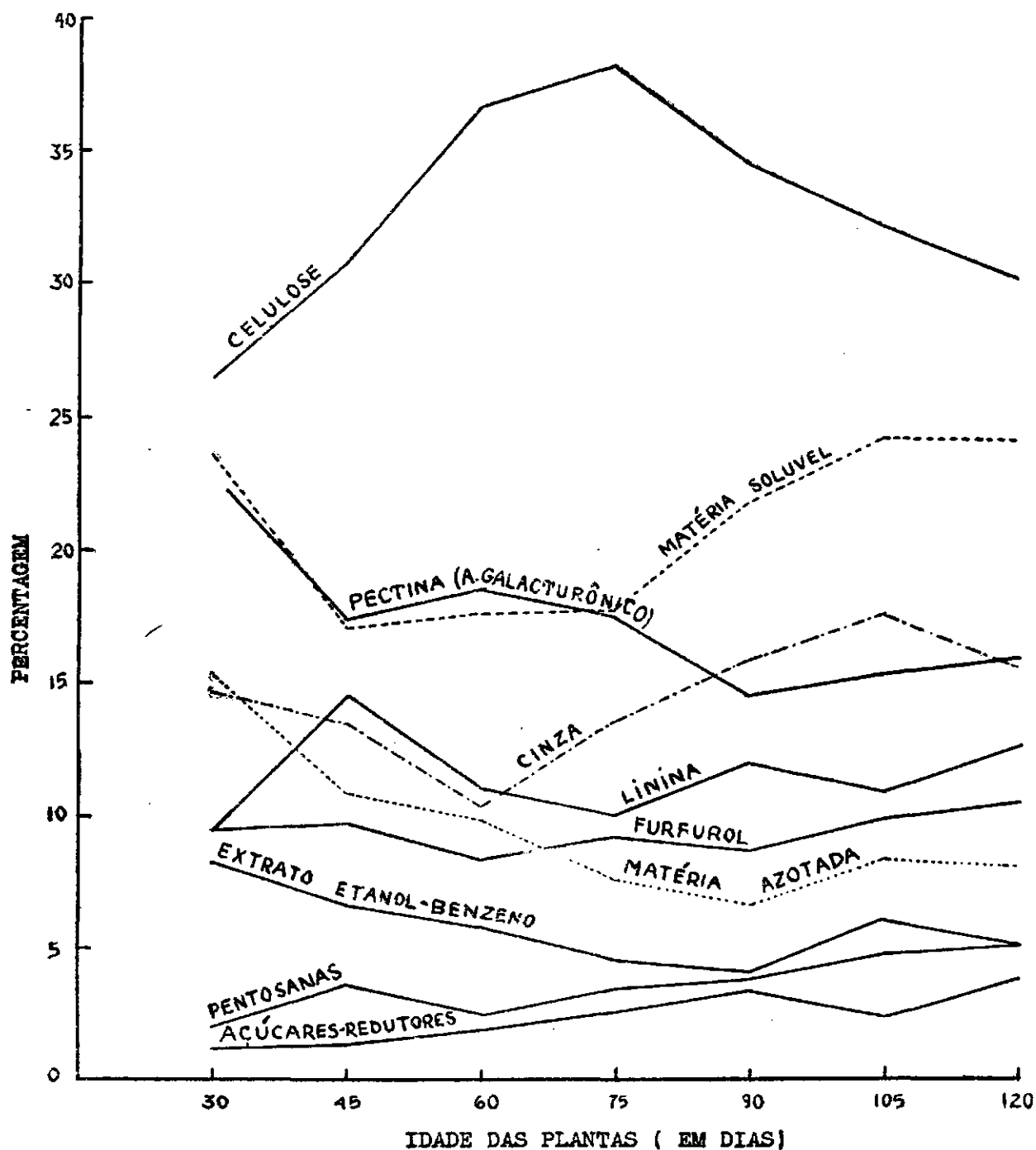


FIG. 1- Curvas de percentagem dos principais constituintes da casca de rami de plantas em fases sucessivas de desenvolvimento (dados do quadro II).

floroglucídeo, dispostas na coluna seguinte, foram calculadas pelas tábuas de Tollens (23).

Os dados da matéria azotada referem-se somente a azoto orgânico.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Matéria seca — A percentagem de matéria seca tem comportamento um tanto irregular, mas tende a aumentar com o envelhecimento das plantas. A percentagem máxima (17,6%) foi determinada na última fase analisada.

Cinza — A percentagem de cinza, após diminuição nas fases iniciais, aumentou nas últimas fases do desenvolvimento das plantas, atingindo um máximo de 17,5% na penúltima fase. A maioria dos autores citados na literatura que acompanha o presente artigo achou que a percentagem de cinza diminuía com a maturação das plantas por eles analisadas, enquanto Norton (16) determinou que na palha de aveia aumenta com o envelhecimento das plantas.

Celulose — A percentagem de celulose, que é mínima na fase inicial, aumentou nas fases seguintes, atingindo um máximo de 38,2%, quando as plantas contavam 75 dias de idade; diminuiu, porém, progressivamente, nas fases finais do desenvolvimento das plantas. Parece, assim, que se justifica a prática atual de serem cortados os caules no início de mudança de coloração, na parte inferior, de verde para pardo. Todavia, os resultados das análises sugerem que se proceda a um novo estudo sobre o comportamento da celulose durante o crescimento das plantas, juntamente com um estudo de resistência das fibras, a fim de se poder talvez indicar a ocasião mais adequada para o corte do ramizal.

Linina — O comportamento da linina foi bastante irregular. A percentagem máxima foi encontrada na segunda fase. Houve depois uma diminuição e, na fase final, aumentou novamente.

Pectina (ácido galacturônico) — A percentagem de pectina, máxima na fase inicial (22,9%), diminuiu mais ou menos regularmente com a maturação das plantas, aumentando depois nas duas últimas fases do desenvolvimento. Griffioen (5), em uma pesquisa sobre a composição química de caules de girassol em diversos períodos de crescimento, obteve resultados mais ou menos idênticos.

Pentosanás — A percentagem de pentosanás, mínima na fase inicial (2,1%), aumentou progressivamente com a maturação das plantas, atingindo um máximo (5,2%) na última fase. Estes resultados concordam

com os obtidos por Rogozinski e Starzewska (21), Ver Hulst e outros (24), Dustman e Shriver (3), Phillips e Goss (18, 19) e Griffioen (5) em análises sobre diversas outras plantas.

Açúcares redutores — A percentagem de açúcares redutores aumentou regularmente com o envelhecimento das plantas, atingindo um máximo de 3,8% na última fase analisada. Este resultado concorda, até certo ponto, com o obtido por Shaw e Wright (22) em análises de plantas de milho em diferentes fases de desenvolvimento.

Matéria solúvel em água quente — A percentagem de matéria solúvel em água quente foi alta na fase inicial (23,5%), depois diminuiu e nas últimas fases aumentou, atingindo um máximo de 24,2% quando as plantas tinham 105 dias de idade.

Extrato etanol-benzeno — A percentagem de extrato etanol-benzeno foi máxima na fase inicial (8,3%), depois diminuiu regularmente, e nas fases finais aumentou um pouco. Phillips e Goss (18) também, ao estudarem a composição das folhas e caules de plantas de cevada em diversas fases de desenvolvimento, determinaram que a percentagem de extrato etanol-benzeno declina, embora irregularmente, com a maturação das plantas.

Matéria azotada — A percentagem de matéria azotada foi máxima (15,2%) na fase inicial, depois diminuiu regularmente e nas fases finais houve aumento.

S U M M A R Y

A study was made of the chemical composition of samples of the ribbons taken from the rami stalks at successive stages of growth with the object of determining the percentage of lignin, cellulose, pectin, pentosans and of some substances not belonging to the cell wall.

After an initial decrease, the percentage of ash increased as the plant grew and matured. The maximum (17,5%) was reached when the plant was 105 days old.

The percentage of cellulose increased regularly and reached a maximum (38,2%) when the plant was 75 days old. Subsequently there was a decrease as the plant grew older.

After an initial increase, the percentage of lignin decreased somewhat and again increased as the plant matured. The maximum (14,5%), however, was observed when the plant was 45 days old.

The percentage of pectin (galacturonic acid) was maximum (22,9%) in the first stage, afterwards showed a nearly regular decrease as the plant developed, but in the last two stages (105 and 120 days) there was a small increase.

The percentage of pentosans (calculated of the furfural phloroglucide yielded by pentosans only, with the Tollens' Tables), as well as the percentage of reducing sugars increased regularly as the plant grew older. The maximum was 5,2 and 3,8 percent respectively.

The percentage of hot-water extractive after a decrease in the earlier stages of the plant growth increased and reached a maximum (24,2%) in the penultimate stage of its development.

The percentage of ethanol-benzene extractive from a maximum (8,3%) decreased regularly as the plant developed, but in the last stages of its development it increased somewhat.

The percentage of crude protein (N x 6,25) from a maximum (15,2%) in the first stage showed a regular decrease, but in the last two stages of the plant development there was an increase.

LITERATURA CITADA

1. **Beckmann, E., O. Liesche e F. Lehmann.** Qualitative und quantitative unters. chiede der lignine uniger Holz-und Stroharten. Biochem. Ztschr. **139**:491-508, 1923.
2. **Collins, S. e A. Spiller.** Sugar in oat straw and cattle foods. Jour. Soc. Chem. Indus. Trans. **39**:66T, 1920.
3. **Dustman, R. B. e L. C. Shriver.** The chemical composition of *Ambrosia trifida* at successive growth stages. Jour. Amer. Soc. Agron. **23**:190-194, 1931.
4. **Freitas, G. Gomes de.** Semi-micrométodo de Jonesco para a dosagem de glicose. Publ. Secret. Agr. Ind. Com. Rio-Grande-do-Sul. Bol. n. 75:1-10, 1939.
5. **Griffioen, K.** On the origin of lignin in the cell wall. Recueil des Travaux Botaniques Neerlandais **9**:322-414, 1937.
6. **Jonesco, A. e V. Vargolici.** Bull. Soc. Chim. d. Rom. **2**:102-106, 1920.
7. **Koenig, J.** *Em* Die Untersuchung landwirtschaftlich und landwirtschaftlich-gewerblich wichtiger stoffe, pags. 1-949, illus, Berlin, Verlagsbuchhandlung Paul Parey, fuénfte Auflage, 1923.
8. **Lawes, J. B. e J. H. Gilbert.** On the composition of the ash of wheat-grain and wheat straw grown at Rothamsted in different seasons, and by different manures. Jour. Chem. Soc. (London) Trans. **45**:305-407, 1884.
9. **Lefèvre, K. V. e B. Tollens.** *Em* Handbuch der Lebensmittelchemie, pg. 537-1726. Verlag Julius Springer. Zweiter Teil, Berlim, 1935.
10. **Lepper, W.** Nachtrag zu der arbeit ueber die verwendung von koppersulfat statt quecksilber beim aufschluss nach Kjeldahl. Die Landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen **111**:155-158, 1931.
11. **Mach, F. e W. Lepper.** Ueber die Verwendung von koppersulfat statt quecksilber beim aufschluss nach Kjeldahl. Die Landwirtsch. Vers. Stationen **109**:363-366, 1929.
12. **Malhotra, R. C.** The distribution of some reserve substance in hard winter wheat plant at successive growth stages and their possible utilisation. Jour. Agr. Sc. (England) **22**:485-496, 1932.
13. **Norman, A. G.** A preliminary investigation of the development of structural constituents in the barley plant. Jour. Agr. Sc. (England) **23**:216-227, 1933.
14. **Norman, A. G.** The composition of forage crops. I-Rye grass (Western Wolths). Bioch. Jour. **30**:1354-1362, 1936.

15. **Norman, A. G.** e **H. L. Richardson.** The composition of forage crops. II-Rye grass (Western Wolths). Changes in Herbage and soil during growth. *Bioch. Jour.* **31**:1556-1566, 1937.
16. **Norton, J. P.** On the analisis of the oat. *Highland and Agr. Soc. Scot. Trans.* **2**:321-356, 1847.
17. **Phillips, Max, J. Davidson** e **H. D. Weihe.** Studies of lignin in wheat straw with reference to lodging. *Jour. Agr. Res.* **43**:619-626, 1931.
18. **Phillips, Max** e **M. J. Goss.** Composition of the leaves and stalks of barley at successive stages of growth, with special reference to the formation of lignin. *Jour. Agr. Res.* **51**:301-319, 1935.
19. **Phillips, Max** e **M. J. Goss.** Composition of the various parts of the oat plant at successive stages of growth with special reference to the formation of lignin. *Jour. Agr. Res.* **59**:319-366, 1939.
20. **Richter, G. A.** Purified wood fiber. A study of the physical and chemical properties. *Ind. Eng. Chem.* **23**:131-139, 1931.
21. **Rogozinski, F.** e **M. Starzewska.** La composition des parois cellulaires de l'avoine dans les differents stades de san développement. *Chem. Abst.* **23**:3952, 1929.
22. **Shaw, R. H.** e **P. A. Wright.** A comparative study of the compositon of the sunflower and corn plants at different stages of growth. *Jour. Agr. Res.* **20**:787-793, 1921.
23. **Tollens, B.** *Abderhalden Hand. Biol. Arbeitsmethoden* **1**:195-X. 1922.
24. **Ver Hulst, J. H., W. H. Peterson** e **E. B. Fred.** Distribution of pentosanas in the corn plant at various stages of growth. *Jour. Agr. Res.* **23**:655-663, 1923.