

## DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DA BANANEIRA-PRATA (*Musa AAB subgrupo Prata*) POR INTERMÉDIO DE ANÁLISE QUÍMICA<sup>1</sup>

Ricardo Antonio Ayub<sup>2</sup>

Luiz Carlos Lopes<sup>3</sup>

Francisco Carlos C. da Silva<sup>3</sup>

Luiz Carlos Guedes de Miranda<sup>4</sup>

Alcides Reis Condé<sup>5</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de banana, e isso se deve à utilização de técnicas mais avançadas no cultivo. Entretanto, o mesmo não ocorre em relação ao manejo pós-colheita dos frutos deste cultivar, provavelmente em razão da pouca exigência do mercado interno e da pequena aceitação desse produto no mercado internacional.

A determinação do ponto de colheita permitirá colher frutos de qualidade, que resistam a maior período de conservação. O conhecimento das características químicas, como a variação do teor de acidez titulável, dos fenóis, dos carboidratos, é essencial na colheita, uma vez que influem

---

<sup>1</sup> Trabalho realizado com suporte financeiro do CNPq.

Aceito para publicação em 27.04.1993.

<sup>2</sup> Dep. de Fitotecnia/UEPG-PR, Ponta Grossa, PR, Cx. Postal 992 84010-330.

<sup>3</sup> Dep. de Fitotecnia, UFV, Viçosa, MG, 36571-000.

<sup>4</sup> Dep. de Química/UFV.

<sup>5</sup> Dep. de Matemática/UFV.

diretamente na qualidade do fruto e na rentabilidade da produção.

Além das transformações físicas, mudanças químicas e bioquímicas ocorrem na banana durante a maturação. De forma inter-relacionada, o fruto sofre várias alterações na cor, textura e no sabor, indicativas de alterações composicionais (14). Essas transformações químicas têm sido amplamente estudadas, na tentativa de se conhecer o que acontece com o fruto desde a sua colheita até seu completo amadurecimento (5, 13, 15, 22).

Mudanças na acidez titulável da polpa estão associadas ao processo respiratório e, portanto, ao de amadurecimento (3, 12). Em virtude da hidrólise do amido e da protopectina, há aumento no teor de sólidos solúveis totais (16, 18, 21). Em decorrência desse aumento e da variação da acidez, ocorre, durante o amadurecimento, aumento na relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez titulável (SST/STT) (16, 18). Uma das mudanças químicas mais notáveis na maturação pós-colheita é a conversão do amido em açúcares mais simples (13, 15, 20). O teor de tanino ativo decresce durante o amadurecimento (4).

Segundo Larmond (1637), citado por CARVALHO (6), o aumento no teor de compostos fenólicos e ácidos, associado à produção de substâncias voláteis, como aldeídos, cetonas, ésteres e álcoois, é responsável pelo sabor do fruto maduro. Da variação nas proporções desses constituintes resulta a qualidade comestível característica do produto.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a variação dos constituintes químicos do fruto da bananeira-prata, na tentativa de estabelecer a curva de crescimento do fruto e caracterizar o ponto de colheita da banana-prata.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas bananas-prata (musa AAB), colhidas a cada 15 dias desde a inflorescência até o amadurecimento inicial na planta, produzidas no pomar da Universidade Federal de Viçosa, MG, no período de 1º.01 a 25.05.1990. Utilizaram-se apenas cachos com oito ou mais pencas. Desenvolveram-se as seguintes análises:

Acidez titulável e pH: foram estabelecidos segundo o método de SGARBIERI e FIGUEIREDO (19), exprimindo-se o resultado da acidez titulável em g (%) de ácido málico.

Sólidos solúveis: determinados por refratometria, utilizando-se refratômetro de Brix. À amostra macerada foi adicionada parte igual de água, procedendo-se à leitura no refratômetro. O valor da leitura obtido foi multiplicado por dois.

Carboidratos: o amido, os carboidratos solúveis e os ácidos digeríveis foram definidos pelo método de Telles (24).

Fenóis: o teor de compostos fenólicos foi determinado pelo método da A.O.A.C. (1).

Clorofila A. B. total e relação clorofila A. B.: o teor de clorofila foi definido pelo método de ARNON (2), com o resultado expresso em percentagem.

Teste de coloração: com os resultados dos testes de coloração, baseados em reações colorimétricas entre o iodo e o amido e entre compostos fenólicos e o cloreto férrico (17), será elaborada uma tabela para orientar o produtor na determinação do ponto de colheita de cachos de banana-prata.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando frutos de 10 idades, 15, 30 ... e 150, dias com 15 repetições. Foram utilizados cinco frutos por cacho colhido.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Amido e Carboidratos Solúveis

O teor de amido do fruto foi máximo aos 118 dias; a percentagem de carboidratos solúveis totais e redutores foi mínima aos 102 e 103 dias, respectivamente, e os carboidratos solúveis não-redutores atingiram o mínimo aos 111 dias (Quadro 1).

QUADRO 1 - Análise de regressão, de acordo com a idade (I), dos parâmetros estudados (Y) no período de 1º.01 a 20.06 de 1989, em Viçosa, MG

Parâmetro (%)	Equação de regressão			Coef. de determ.(%)
Amido	$Y = -0,116 - 0,032I$	$+ 0,0065I^2$	$- 0,000036I^3$	$R^2 = 98,64$
Carb. Sol. Totais	$Y = 2,498 + 0,0261I$	$- 0,00126I^2$	$+ 0,00000742I^3$	$R^2 = 85,00$
Carb. Sol. Redutores	$Y = 1,394 + 0,0411I$	$- 0,00121I^2$	$+ 0,00000669I^3$	$R^2 = 83,00$
Carb. Sol. Não-Redut.	$Y = 1,207 - 0,0137I$	$- 0,00000556I^2$	$- 0,000000778I^2$	$R^2 = 92,00$
Teor de Fenóis	$Y = 0,18 + 0,0077I$	$- 0,00016I^2$	$+ 0,00000007I^3$	$R^2 = 78,30$

Com o amadurecimento do fruto, a tendência se inverteu, isto é, o teor de amido atingiu o mínimo (8,56%) como o do fruto maduro após a colheita, aos 150 dias, e o teor de carboidratos solúveis totais alcançou o máximo (11,2%, 9,97% e 1,23%), comparados aos carboidratos solúveis redutores e não-redutores na mesma época. Quanto ao amadurecimento, pode-se colher o cacho a partir dos 105 dias de idade, com 26,5% de amido, dependendo do destino do fruto.

Resultados semelhantes foram obtidos por CARVALHO *et alii* (8). Contrariamente, FERNANDES *et alii* (11) quantificaram o teor de amido e açúcares solúveis em um fruto muito verde e em outro muito maduro e encontraram os valores 23,30 e 0,63%, respectivamente, de amido; os açúcares solúveis variaram de 5,40 a 16,20%, no caso dos redutores, e de 1,10 a 6,50%, para os não-redutores.

Observando as equações de amido e carboidratos solúveis (Quadro 1) verifica-se que o teor de amido no fruto verde é superior ao encontrado por FERNANDES *et alii* (11) e bem inferior ao resultado obtido para os carboidratos solúveis. Isso talvez se deva ao tratamento adequado dado ao bananal, à época de colheita, explicando a maior percentagem de amido no fruto. Acredita-se que o menor teor de carboidratos solúveis encontrado possivelmente é devido ao fato de as análises terem sido realizadas um dia após o total amadurecimento do fruto, não havendo tempo para a completa conversão do amido.

### 3.2. Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis aumentou com o amadurecimento do fruto (Quadro 2), que foi diretamente proporcional ao aumento do teor de carboidratos solúveis na polpa, incluindo a frutose, a glicose e a sacarose.

O teor elevado de sólidos solúveis ocorrido aos 60 dias é devido à ocorrência de altas temperaturas no período, associadas ao possível déficit hídrico no solo.

O teor de sólidos solúveis em torno de 3<sup>o</sup>Brix, aos 105 dias, seria suficiente para preservar o fruto por mais tempo, mas pode-se atingir 4<sup>o</sup>Brix aos 135 dias, se não houver a preocupação de prolongar o período de vida pós-colheita.

Estes dados estão de acordo com os obtidos por FERNANDES *et alii* (11) e CHITARRA e CHITARRA (10) para a banana-prata, sugerindo que o teor de sólidos solúveis, em virtude de sua fácil determinação, possa auxiliar na indicação do ponto de colheita.

**QUADRO 2 - Variação do teor de sólidos solúveis de acordo com a idade do fruto verde e do amadurecido**

Idade (dias)	Sólidos solúveis (°Brix)	
	Fruto verde	Fruto amadurecido (*)
15	1,00	-
30	2,29	-
45	2,77	-
60	5,87	-
75	3,07	-
90	2,95	-
105	3,35	17,33
120	2,93	20,27
135	4,00	21,33
150	5,73	22,07

(\*) Frutos tratados com solução de Ethrell a 1.000 ppm.

### 3.3. Acidez e pH

Contrariamente à grande maioria dos frutos, a banana apresenta aumento na acidez total titulável com o amadurecimento (Quadro 3). Este fato foi também evidenciado por CHITARRA (9) na banana-marmelo e por CARVALHO *et alii* (7) e FERNANDES *et alii* (11) na banana-prata. Mas praticamente inexistem trabalhos que expliquem claramente a razão da elevação da acidez durante o amadurecimento do fruto.

**QUADRO 3 - Variação da acidez e do pH do fruto verde e do amadurecido com Etherell, de acordo com a idade**

Idade (dias)	pH		Acidez	
	Fruto verde	Fruto amadurecido	Fruto verde	Fruto amadurecido
15	5,77	-	0,27	-
30	5,45	-	0,17	-
45	5,80	-	0,20	-
60	5,79	-	0,23	-
75	5,92	-	0,23	-
90	5,92	-	0,28	-
105	5,92	4,43	0,23	0,74
120	5,87	4,53	0,19	0,48
135	5,75	4,24	0,13	0,61
150	5,36	4,41	0,27	0,56

Segundo CHITARRA (9), são necessárias maiores informações a respeito da compartimentalização celular, para se preverem as mudanças de pH no controle do amadurecimento.

O pH pode variar em torno de 5,90 aos 105 dias para o fruto verde e cair para 4,40 no fruto amadurecido, enquanto a acidez titulável varia de 0,23% a 0,74% no mesmo período. No estágio muito verde, aos 105 dias, a acidez titulável do fruto se equivaleu aos resultados obtidos por FERNANDES *et alii* (11) e SGARBIERI *et alii* (21) e foi superior ao resultado determinado por CARVALHO *et alii* (8).

Esses parâmetros poderão ser úteis na determinação do ponto de colheita, quando acrescidos de informações sobre os demais, por serem de fácil determinação.

### 3.4. Compostos Fenólicos

O teor de compostos fenólicos decresce com o crescimento do fruto (Quadro 1), sendo mínimo aos 122 dias, quando então começa a aumentar. Este aumento talvez ocorra por uma interação entre o reagente de Folin Denis com compostos redutores (25), ou com altos teores de açúcares (23).

No modelo ajustado, a falta de ajustamento em 1% foi significativa, mas foi aceita por mostrar a tendência do parâmetro estudado.

O teor de fenóis variou de 0,035 a 0,01% no período de 105 a 120 dias e foi um pouco inferior ao obtido por CARVALHO *et alii* (7) aos 105 dias. A colheita aos 105 dias favorece a vida pós-colheita do fruto, em razão de sua maior resistência às podridões.

### 3.5. Clorofila A, Clorofila B, Clorofila Total e Relação Clorofila A/B

De modo geral, observou-se tendência à redução do teor de clorofila do fruto verde com relação ao maduro. Mas esta não foi uniforme o suficiente para, por si só, indicar o ponto de colheita do cacho.

### 3.6. Testes de Coloração

Os testes de coloração, como se pode observar nas Figuras 1 e 2, demonstram que a hidrólise do amido e a polimerização dos fenóis podem ser acompanhadas durante o desenvolvimento do fruto. Observa-se que, com o amadurecimento, ocorre redução na intensidade da coloração do fruto verde (Figura 1) para o maduro (Figura 2). O teste com lugol mostra nitidamente que o amido é hidrolisado do centro para a periferia da polpa,

enquanto o teste com cloreto férrico mostra que a maior concentração de fenóis se localiza nos vasos de látex na casca do fruto. Percebe-se, ainda, a mudança de cor da polpa, de branca para creme, com o amadurecimento.

Conclui-se que os testes de coloração são possíveis indicadores do ponto de colheita, desde que sejam estudados novos intervalos de tempo, assim como novas concentrações de lugol que permitam melhor visualização do processo.

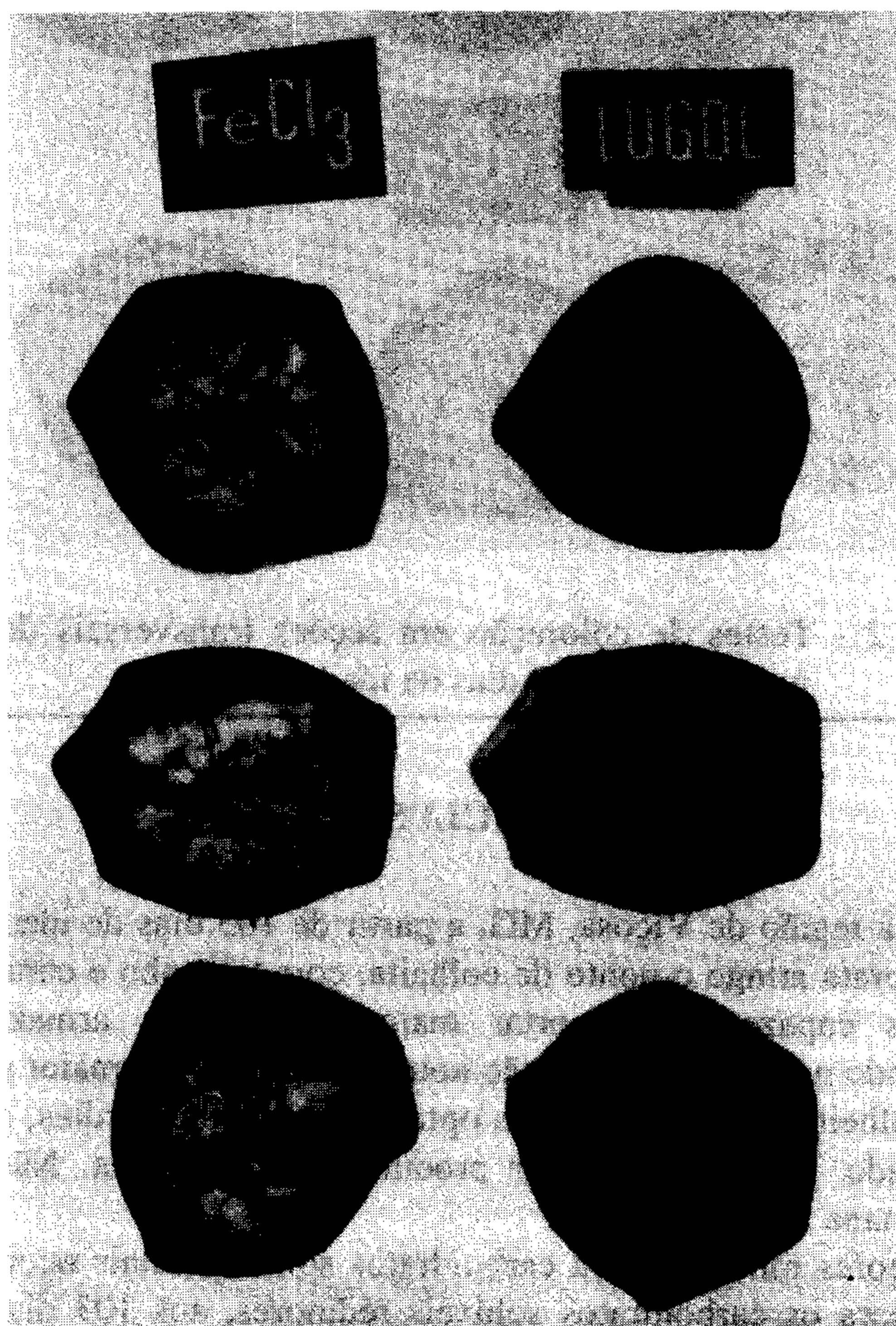
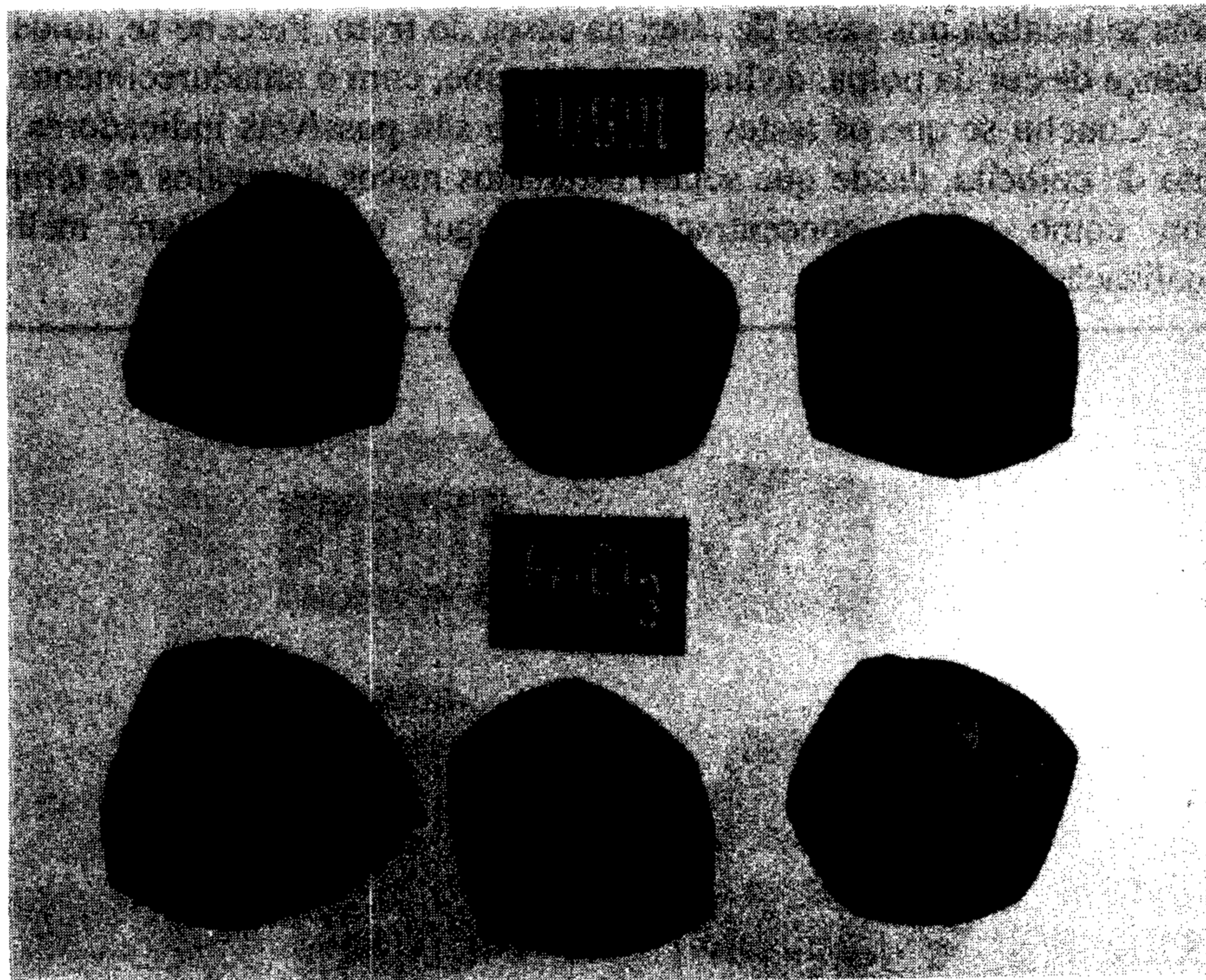


FIGURA 1 - Testes de coloração em seções transversais de frutos verdes aos 105 dias de idade.





**FIGURA 2 - Testes de coloração em seções transversais de frutos maduros aos 150 dias de idade.**

#### **4. CONCLUSÕES**

Para a região de Viçosa, MG, a partir de 105 dias de idade o cacho da banana-prata atinge o ponto de colheita, com tamanho e características bioquímicas capazes de suportar maior período de armazenamento, amadurecendo normalmente. Se não houver interesse por maior período de vida pós-colheita do fruto, pode-se optar por colheitas tardias, até os 135 dias de idade, alcançando maior produtividade por área. Não se deve colher a banana após essa idade.

Os teores mínimos para carboidratos solúveis totais ocorreram aos 102 dias; para os carboidratos solúveis redutores, aos 103 dias; para os carboidratos solúveis não-redutores, aos 111 dias; e para os compostos fenólicos, aos 122 dias.

O teor de amido foi máximo aos 118 dias.

O teor de amido, o pH, a acidez titulável, o teor de fenóis e o de sólidos solúveis, bem como os testes de coloração, podem ser utilizados



como indicadores do ponto de colheita. Porém, as análises de clorofila não são suficientes indicadores desse ponto.

## 5. RESUMO

Determinou-se o ponto de colheita do cacho da bananeira-prata, por meio da variação dos constituintes químicos: pH, acidez titulável, sólidos solúveis, amido, carboidratos solúveis, fenóis, clorofilas A, B, total, relação clorofila A/B e testes de coloração, desde a inflorescência até o amadurecimento inicial na planta. Com as variações obtidas, principalmente no teor de amido, carboidratos solúveis e fenóis, tem-se um dado preciso para a colheita da banana-prata.

## 6. SUMMARY

(CHEMICAL ANALYSIS OF BANANA 'PRATA' (*Musa AAB* Subgrupo Prata) FAVORING ITS QUALITY)

The harvesting point of banana 'Prata' was determined through the variation of the chemical determinants: pH acidity, soluble solids, starch, soluble carbohydrates, phenolics, chlorophyll A, B, total, relation chlorophyll A/chlorophyll B and colour tests with I/KI and FeCl<sub>3</sub> from the inflorescence stage to the beginning of ripening. Through the resultant variation, especially in the starch, soluble carbohydrates and phenolic levels, precise data can be obtained for the banana 'Prata' harvesting point.

## 7. LITERATURA CITADA

1. A.O.A.C. *Official methods of analysis of the AOAC*. Washington, 1970. 1015p.
2. ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant physiology*, 24: 1-15, 1949.
3. BARNELL, H. R. Studies in tropical fruits. XI. Carbohydrate metabolism of the banana fruit during ripening under tropical conditions. *Annals of Botany*, 5: 217-247, 1941.
4. BARNELL, H. R. & BARNELL, E. Studies in tropical fruits. XVI. The distribution of tannins within the banana and the changes in their conditions and amount during ripening. *Annals of Botany*, 9: 77-99, 1945.
5. BLEINROTH, E. Matéria prima. In: SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária. *Banana: da cultura ao processamento e comercialização*. Campinas, ITAL, 1978. p. 63-91 (Série Frutas Tropicais, 3).

6. CARVALHO, H. A. *Qualidade de banana-prata previamente armazenada em saco de polietileno, amadurecida em ambiente com elevada umidade relativa*. Lavras, ESAL, 1984. 92p. (Tese M.S.).
7. CARVALHO, H. A., CHITARRA, M. I. F., CARVALHO, H. I. S. *et al.* Qualidade de banana-prata previamente armazenada em filme de polietileno, amadurecida em ambiente com umidade relativa elevada. *Pesq. Agrop. Bras.* 24: 494-501, 1989.
8. CARVALHO, V. D., PADUA, T. & MORAES, A. R. Efeito da época de amostragem e do amadurecimento nas características físicas, físico-químicas e químicas da banana prata. *Rev. Bras. Frutic.*, 4: 27-33, 1982.
9. CHITARRA, A. B. *Contribuição ao estudo da fisiologia e bioquímica pós-colheita da banana marmelo*. Piracicaba, ESALQ, 1979. 118p. (Tese D.S.).
10. CHITARRA, A. B. & CHITARRA, M. I. Manejo pós-colheita e amadurecimento comercial de banana. *Pesq. Agropec. Bras.*, 19: 761-771, 1984.
11. FERNANDES, K. M., CARVALHO, V. D. & CAL-VIDAL, J. Physical changes during ripening of silver banana. *J. of Food Sci.*, 44: 1254-1255, 1979.
12. LODH, S. B. & PANTÁSTICO, E. R. B. Physicochemical changes during growth of storage organs. In: PANTÁSTICO, E.R.B. (ed.). *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*. Westport, AVI, 1975. p.41-45.
13. LOESECKE, H. W. von. *Bananas*. New York, Interscience, 1950. 189p.
14. MATTOO, A. K., MURATA, T., PANTÁSTICO, E. R. B. *et al.* Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTÁSTICO, E.R.B. (ed.). *Postharvest, physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*. Westport, AVI, 1975 p.103-127.
15. PALMER, J. K. The banana. In: HULME, A. C. (ed.). *The biochemistry of fruits and their products*. London, Academic Press, 1971. v.2, p. 65-101.
16. PINTO, A. C. Q. *Influência do ácido giberélico, do permanganato de potássio e da embalagem de polietileno na conservação e embalagem da banana-prata*. Lavras, ESAL, 1978. 80p. (Tese M.S.).
17. REEVE, R. M. Histological and histochemical changes in developing and ripening peaches. I. The catechol tannins. *Amer. J. Bot.*, 46 :210-217, 1959.
18. ROSSIGNOLI, P. A. *Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação da banana-prata em condições ambiente*. Lavras, ESAL, 1983. 81p. (Tese M.S.).
19. SGARBIERI, V. C. & FIGUEREDO, I. B. Transformações bioquímicas da banana durante o amadurecimento. *Anais da Assoc. Bras. de Química*, 26(1-2): 49-66, 1966.
20. SGARBIERI, V. C. & FIGUEREDO, I. B. Transformações bioquímicas da banana durante o amadurecimento. *Rev. Bras. Tecnol.*, 2(12): 85-94, 1971.
21. SGARBIERI, V. C., HEC M. & LEONARD, S. J. Estudo bioquímico de algumas variedades de bananas cultivadas no Brasil. *Col. Instai. Tecnol. Alim.*, 1: 527-558, 1965-1966.
22. SIMMONDS, N. W. *Los plátanos*. Barcelona, Blume, 1973. 539p.
23. SOMERS, T. C. & ZIEMELIS, G. Spectral evaluation of total phenolic components in *Vitis vinifera*: grapes and wines. *J. Sci. Food Agric.*, 36: 1275-1284, 1985.
24. TELES, F. F. F. *Nutrient analysis of prickly pear*. Tucson, Univ. of Arizona, 1977. 157p. (Tese Ph. D.).
25. WLATER JR., W. M. & PURCELL, E. A. Evaluation of several methods for analysis of sweet potato phenolics. *J. Agric. Food Chem.*, 27: 942-946, 1979.