

Temas a tratar

Módulo Nutrición Mineral (1^{ra} parte)

- Elementos esenciales ✓
- Función de los elementos ✓
- Sintomatologías de deficiencias ✓
- Variación estacional de los elementos
- Consumo de nutrientes (ensayos de extracción)
- Curvas de respuesta a la aplicación de nutrientes
- Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en café, producto de la fertilización del café



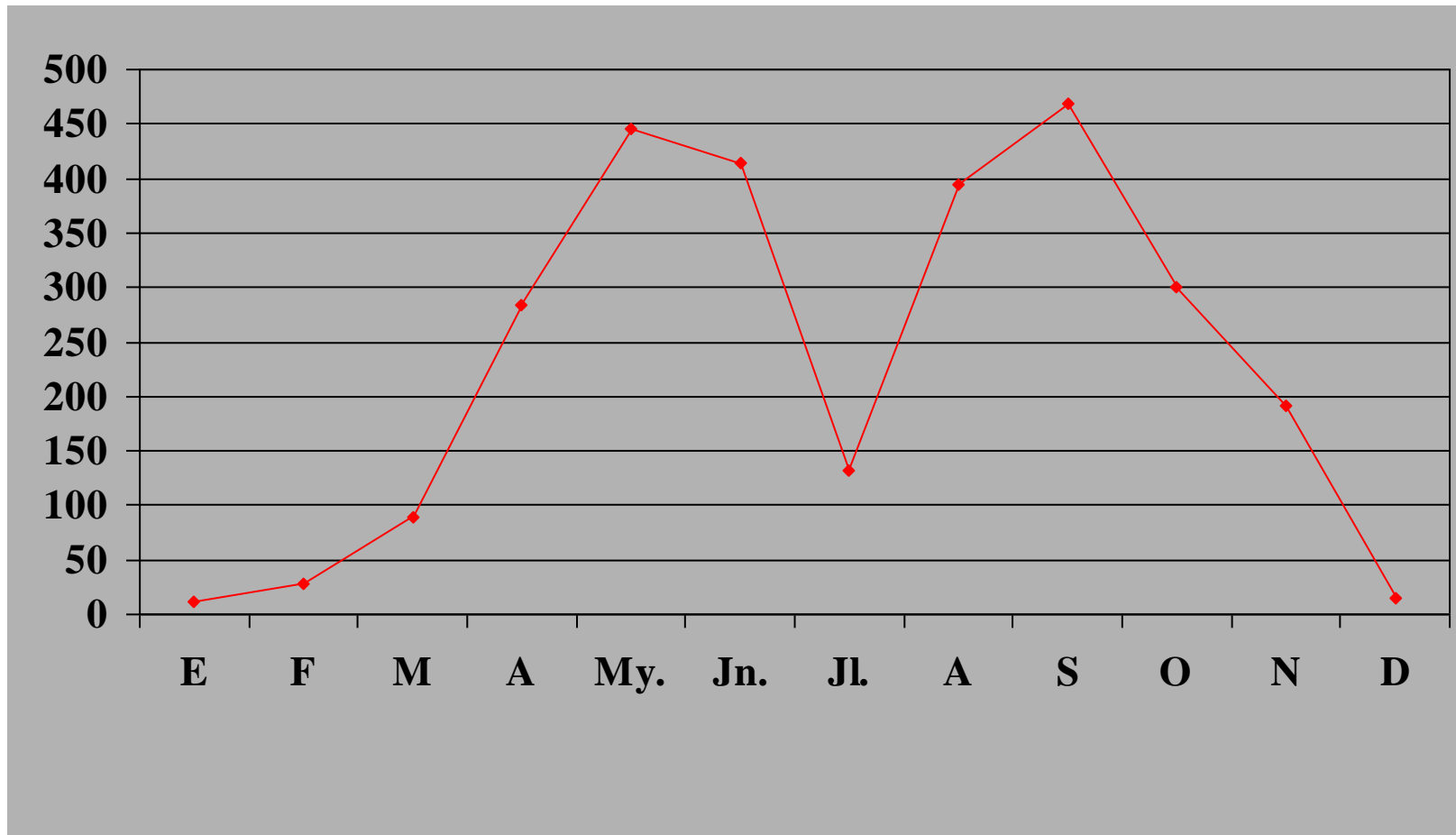
8:00 – 10:30 AM

Variación estacional del contenido nutrientes en las hojas

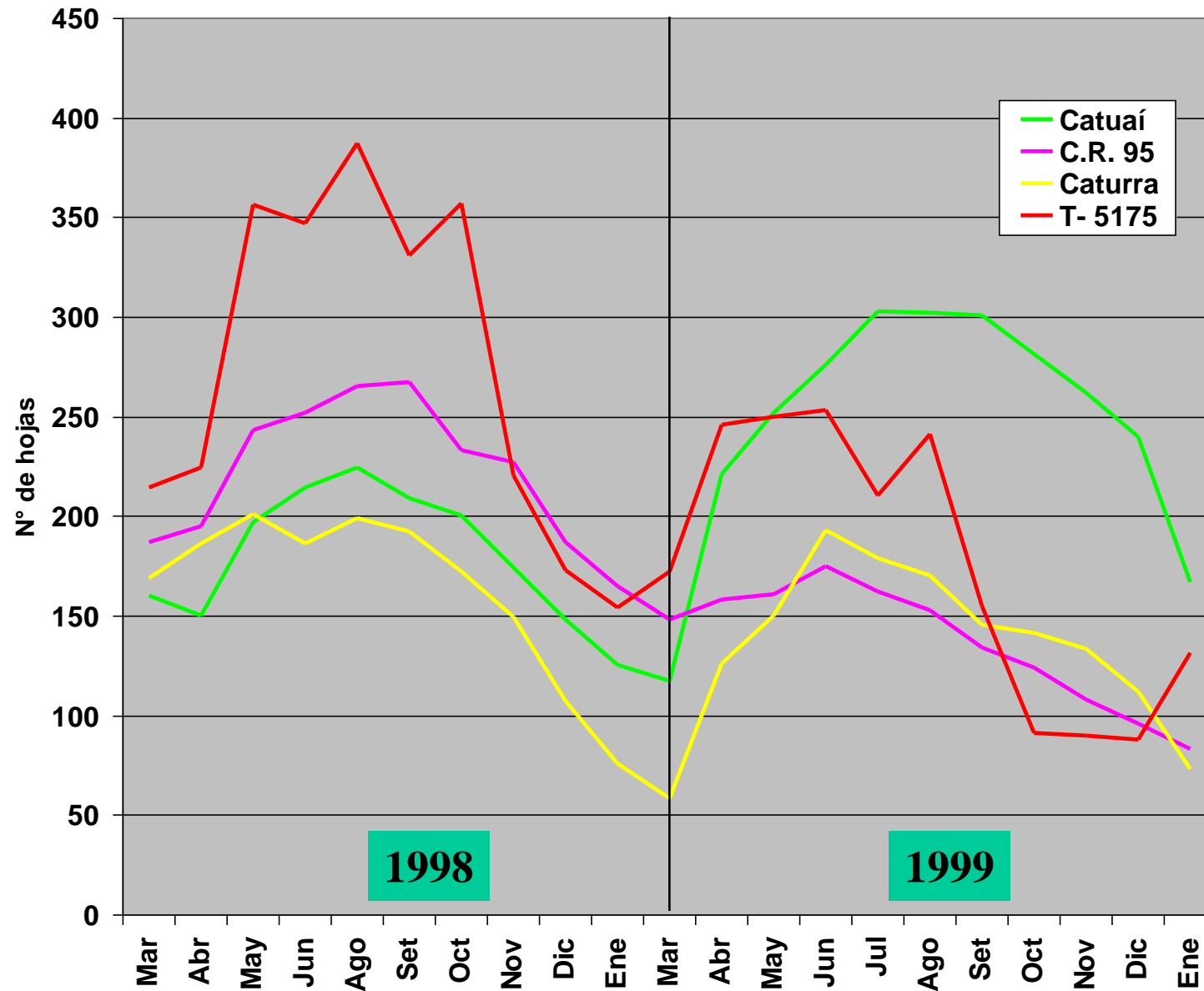
- **Nitrógeno**
- **Potasio**
- **Calcio**

- **Localidad** : **Barbacoas de Puriscal**
- **Altitud** : **1000 msnm**
- **Precipitación** : **2200 mm**
- **Suelo** : **Alfisol**
- **Variedades:** : **Caturra, Catuaí, C.R. 95, T-5175**
- **Edad de plantación** : **5 años**
- **Sombra** : ***Erythrina poeppigiana***
- **Años evaluados** : **1998, 1999**
Después de poda por lote en 1997

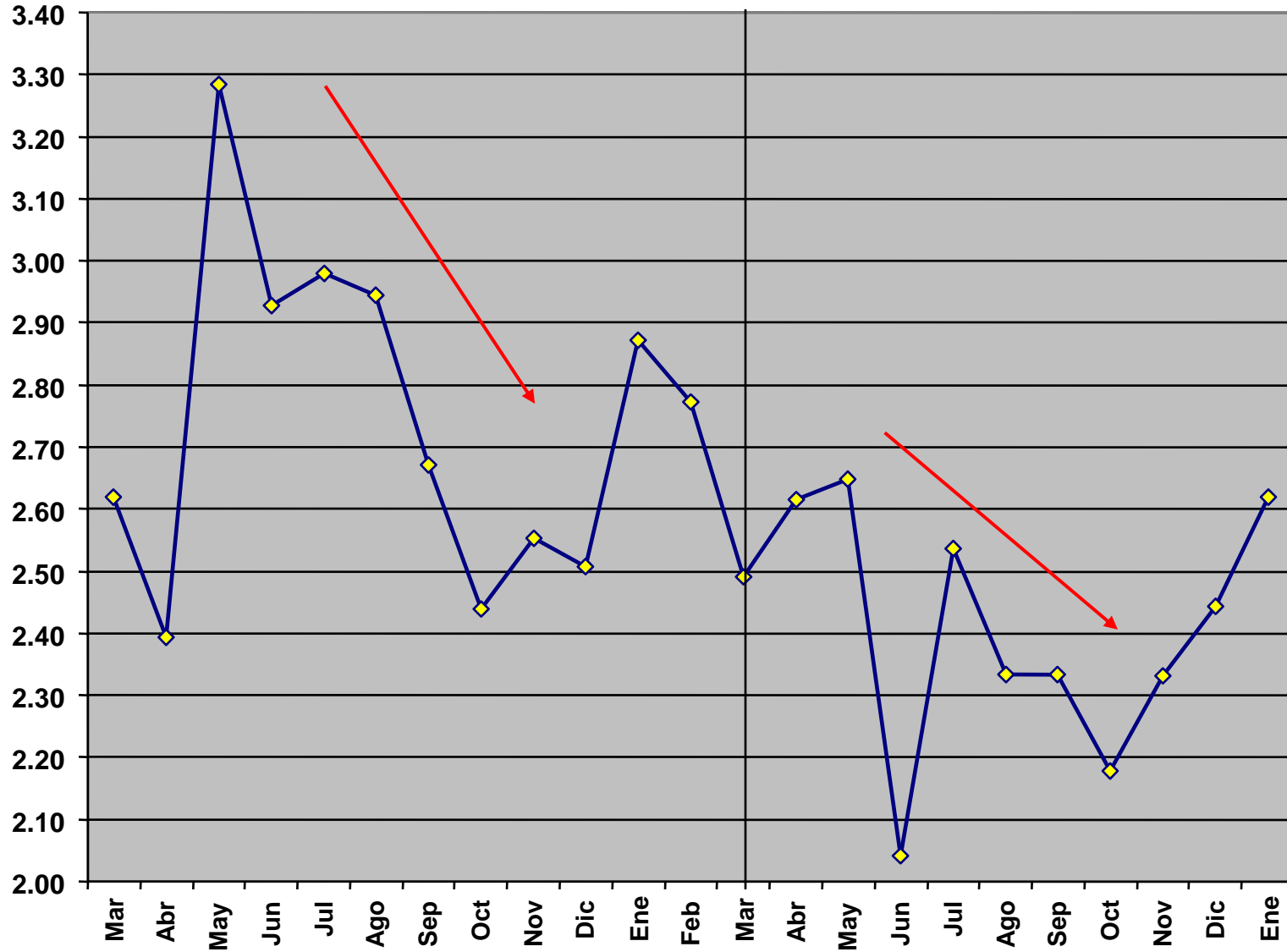
Precipitación (mm) en la zona del estudio durante 1999



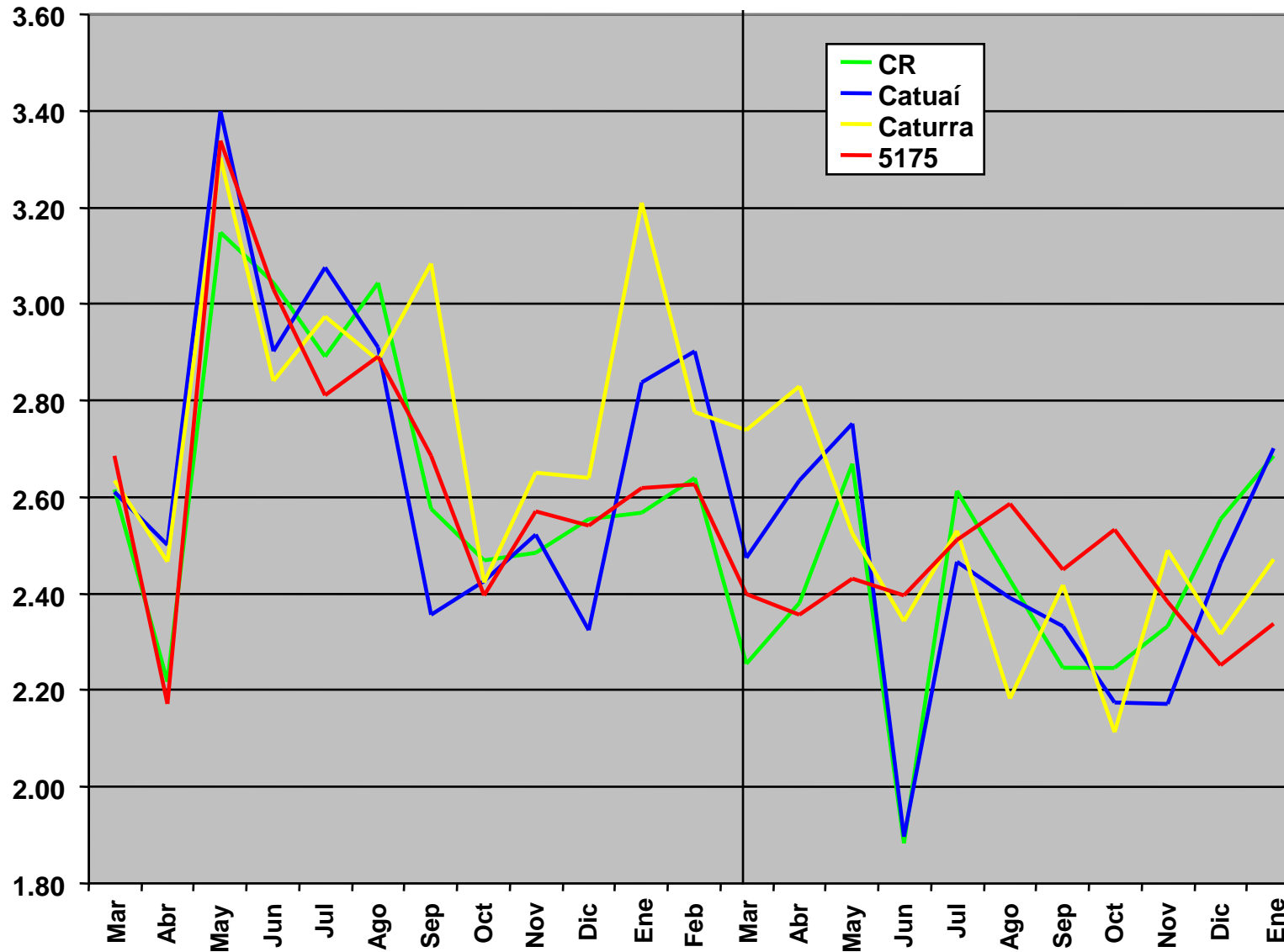
Número de hojas



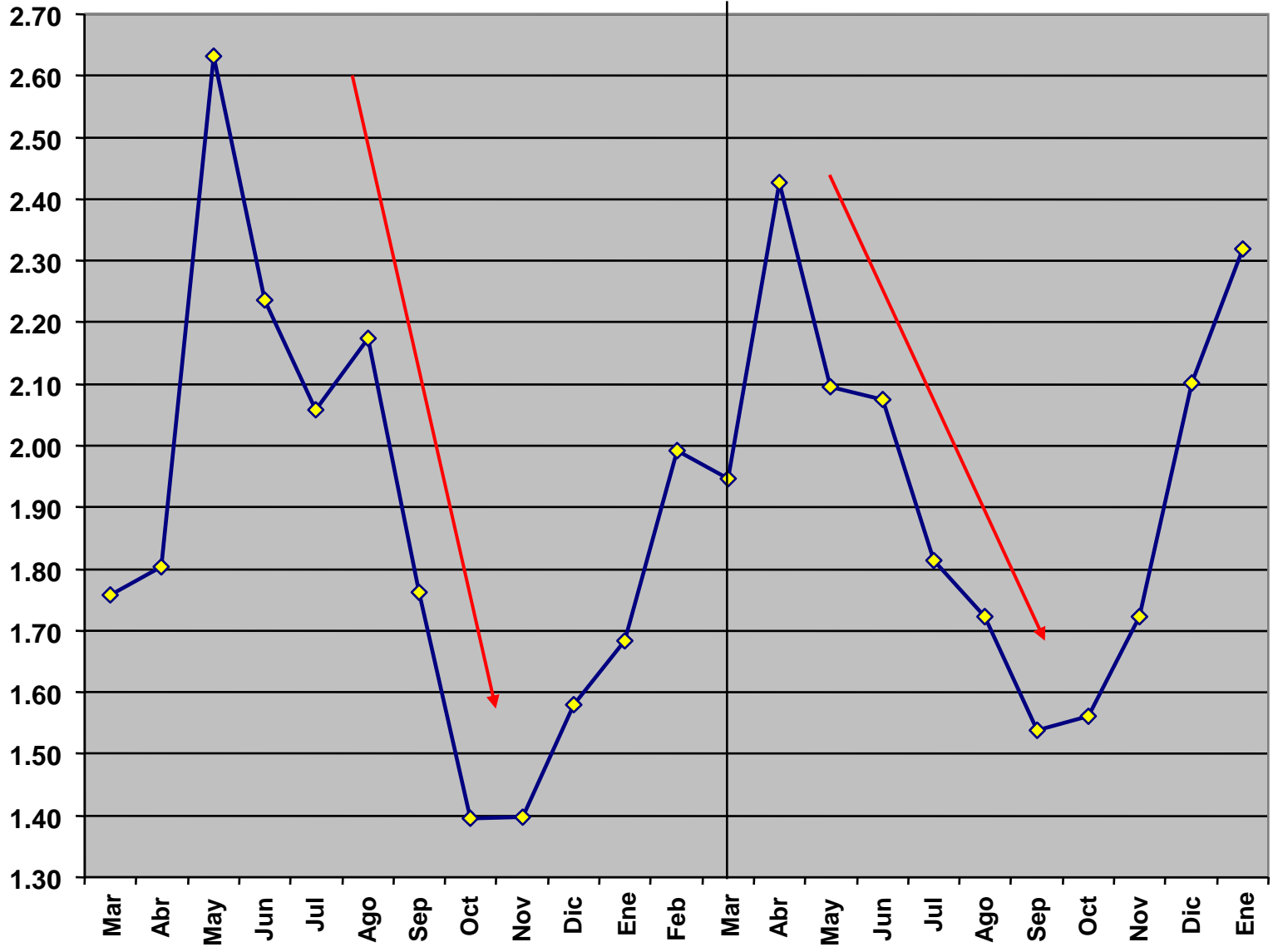
Nitrógeno



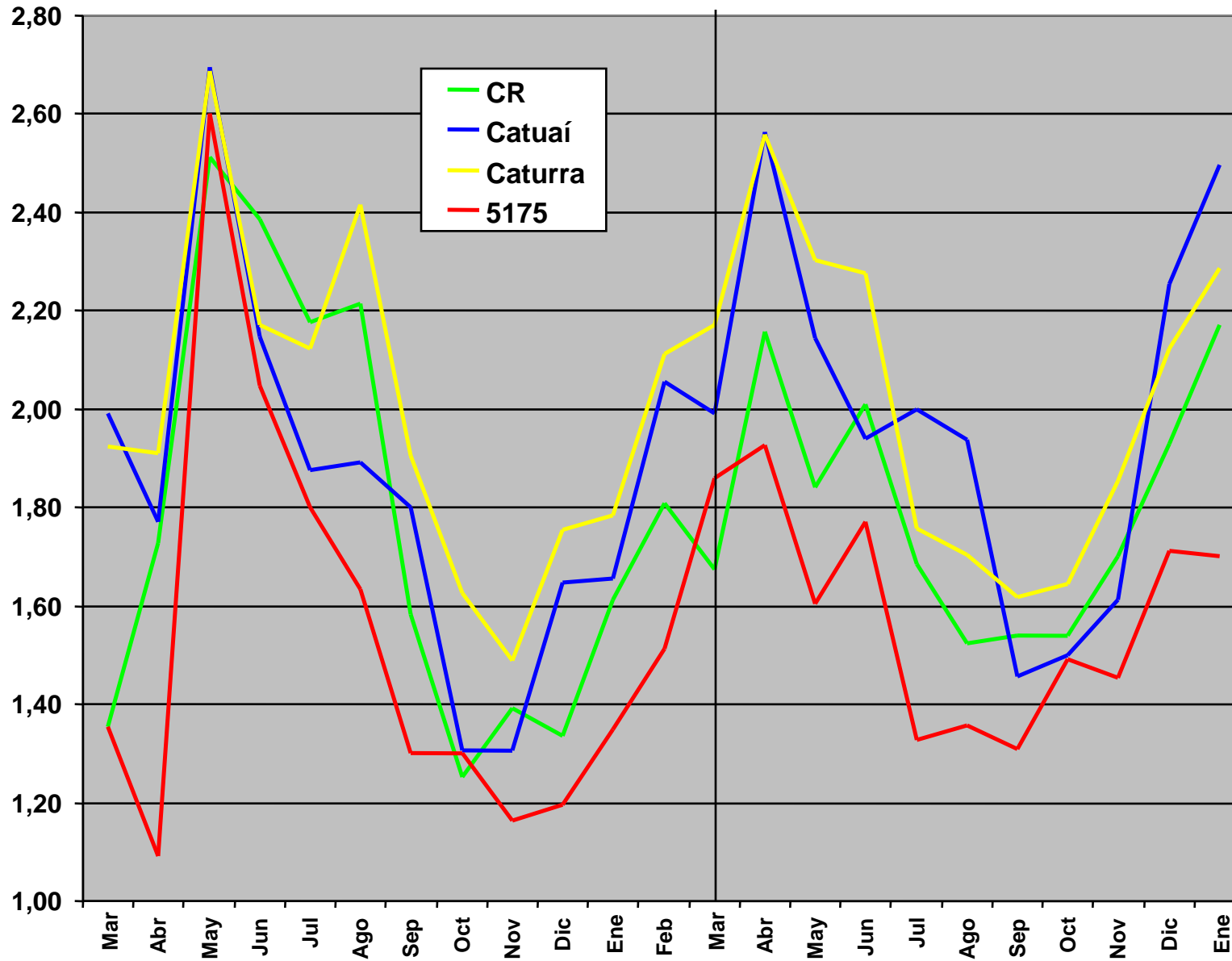
% N, por cultivar



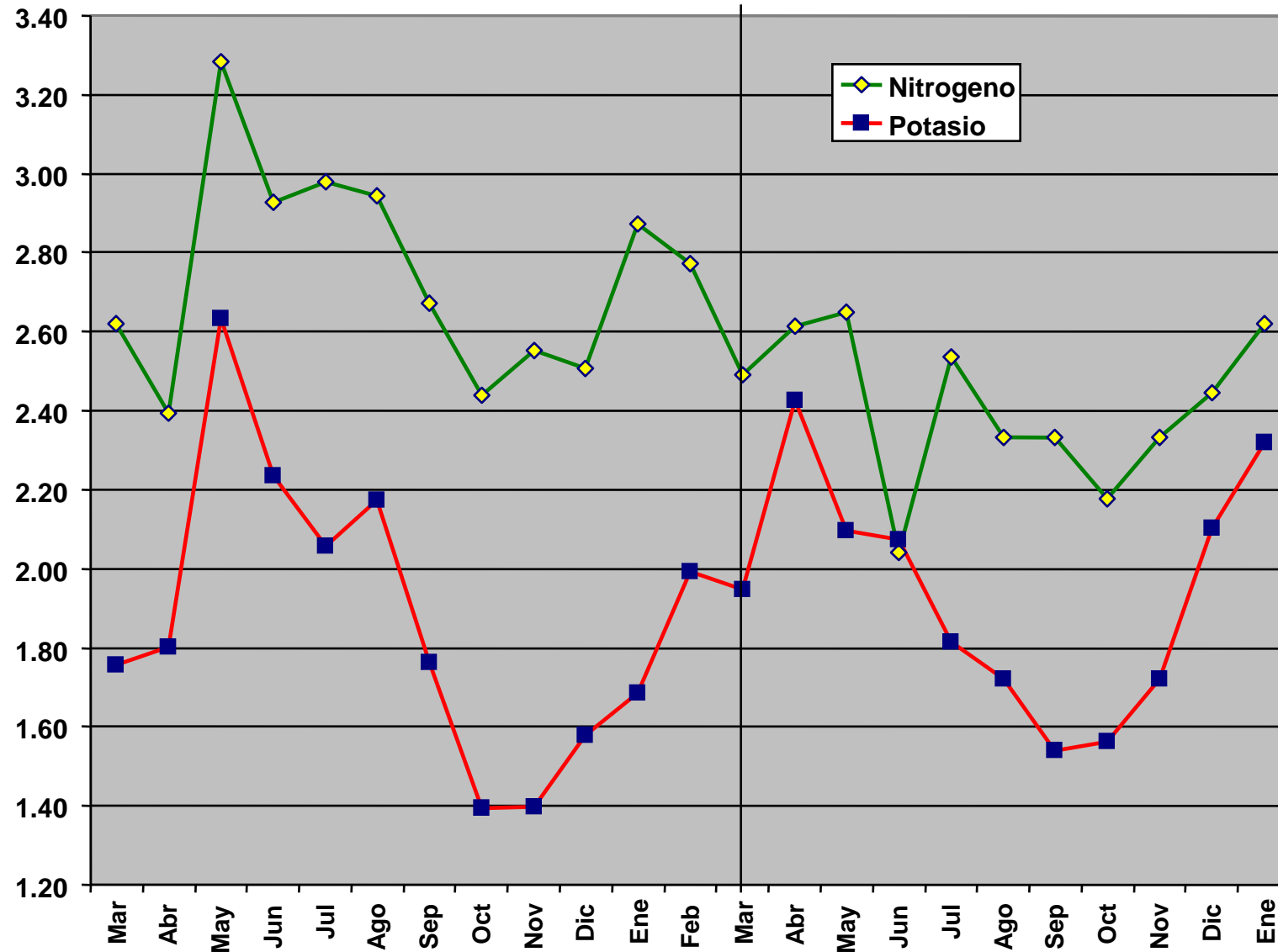
Potasio



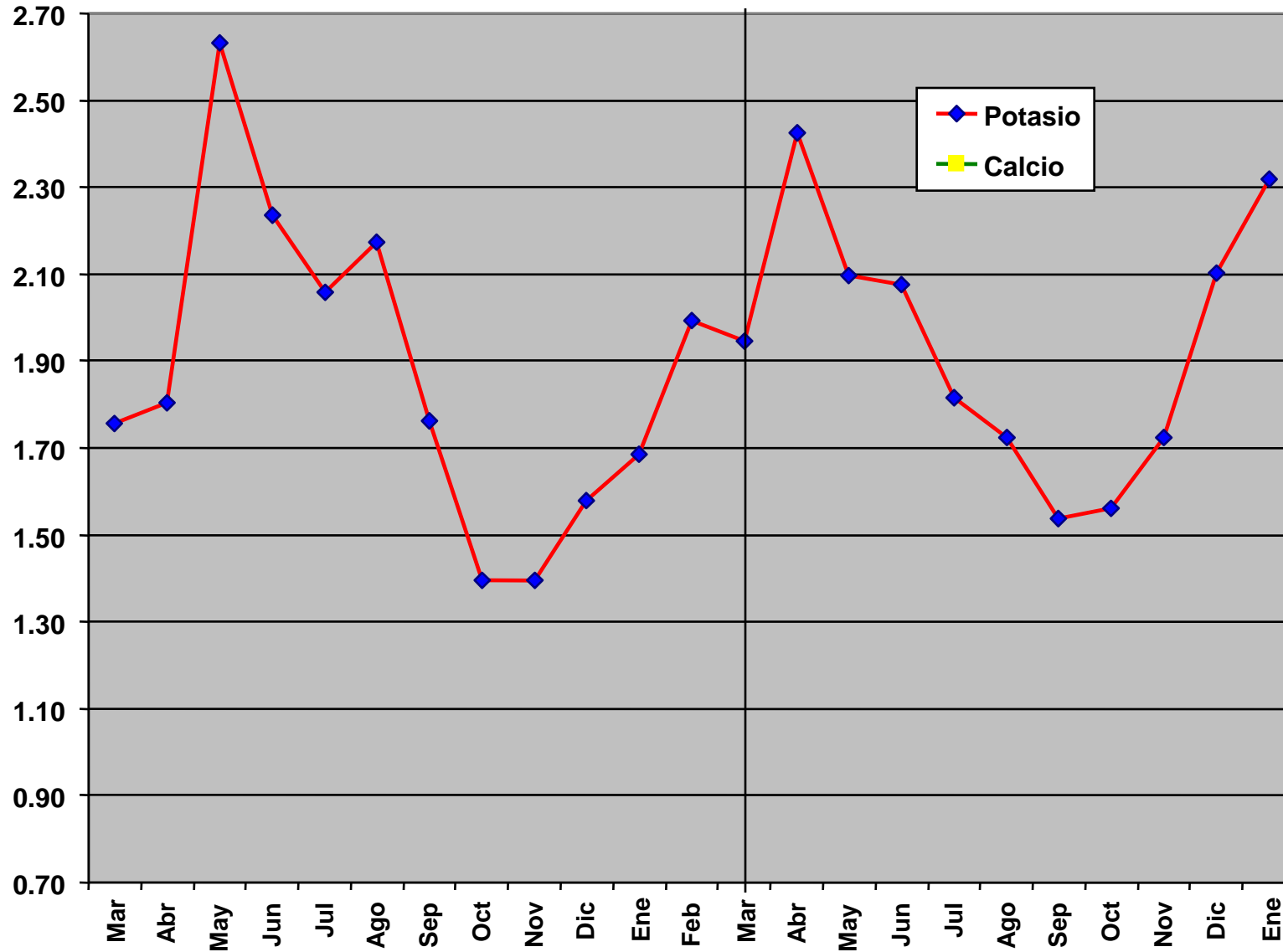
Potasio por cultivar



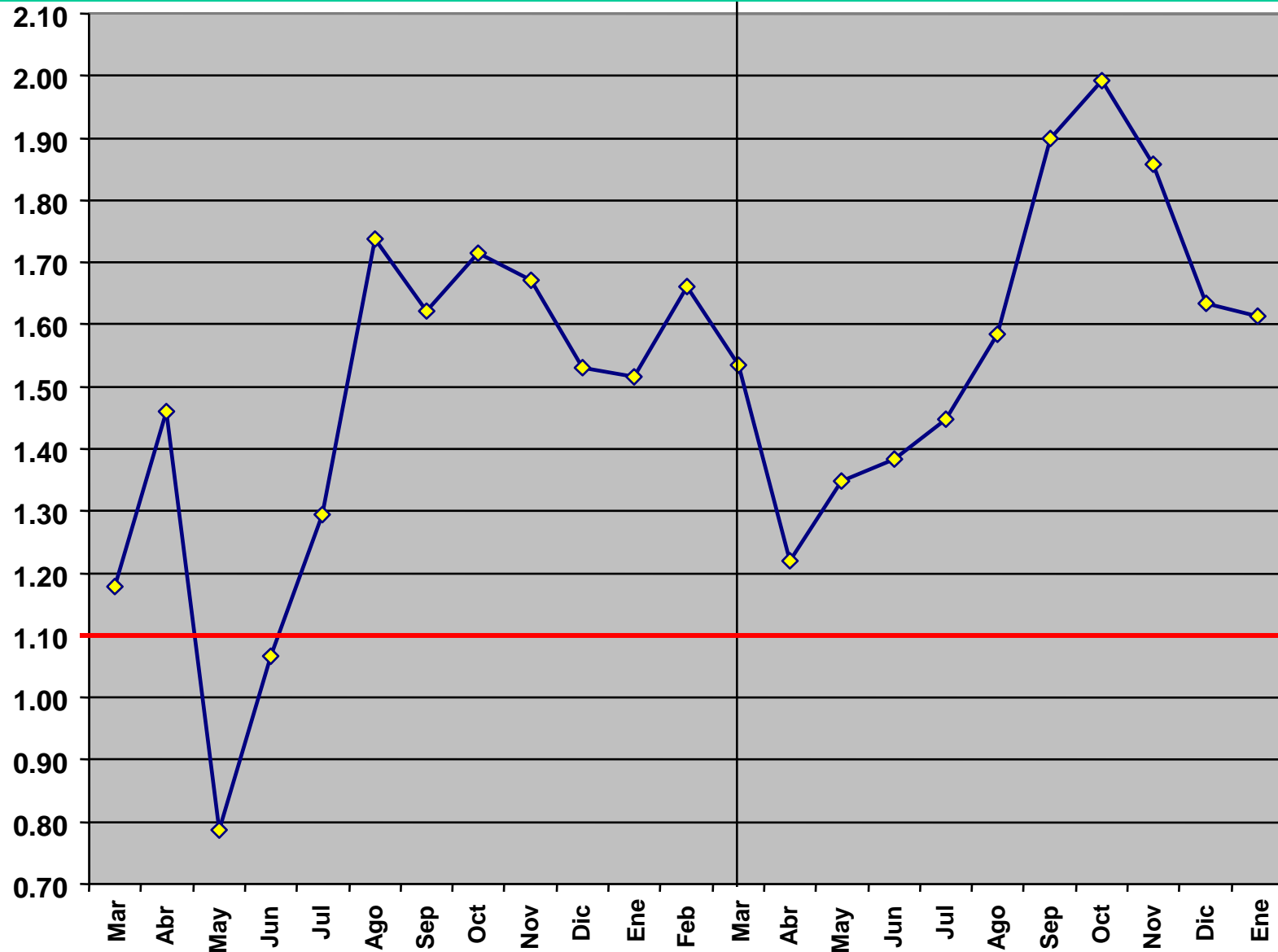
Nitrógeno y Potasio



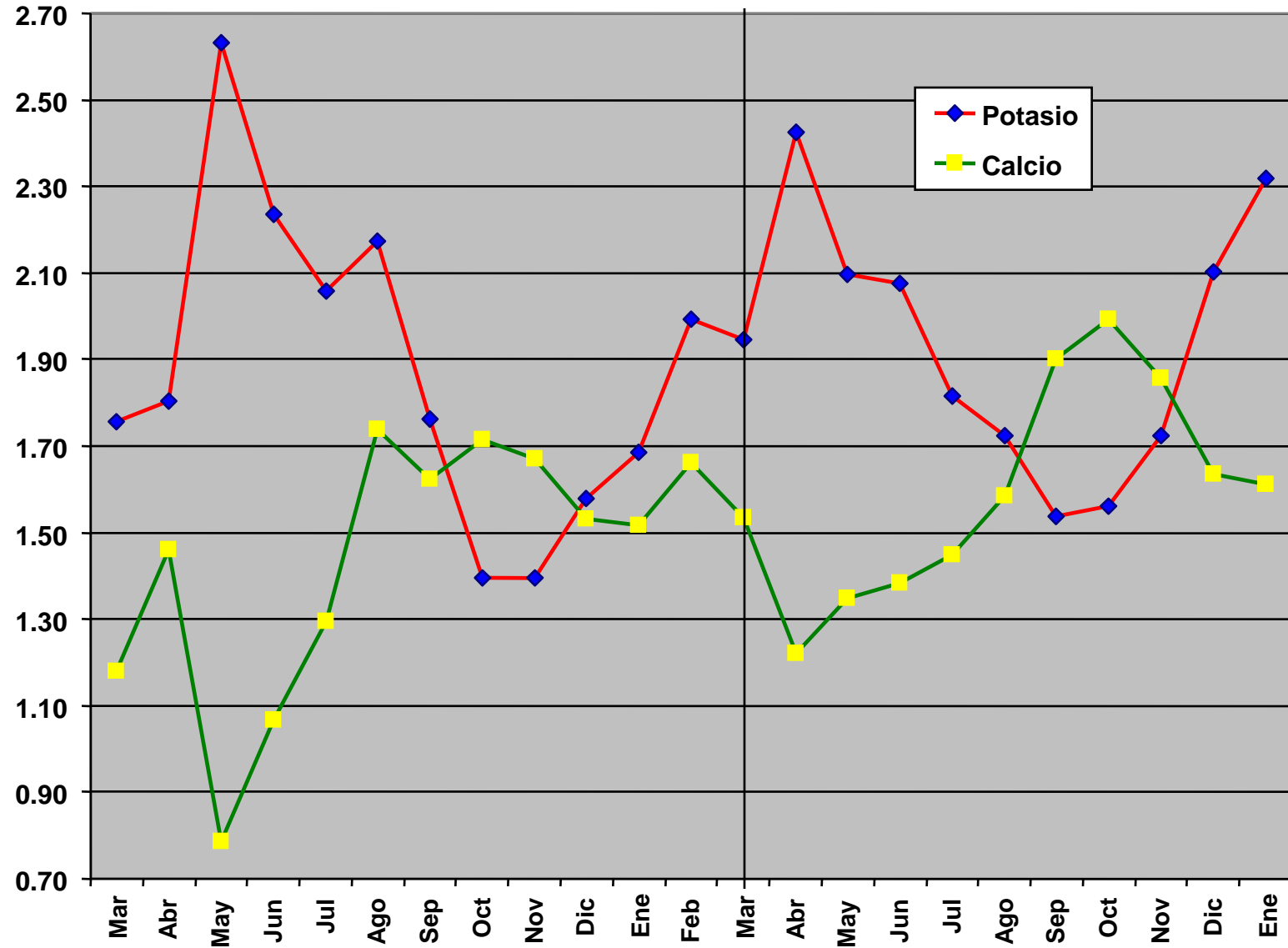
Potasio y Calcio



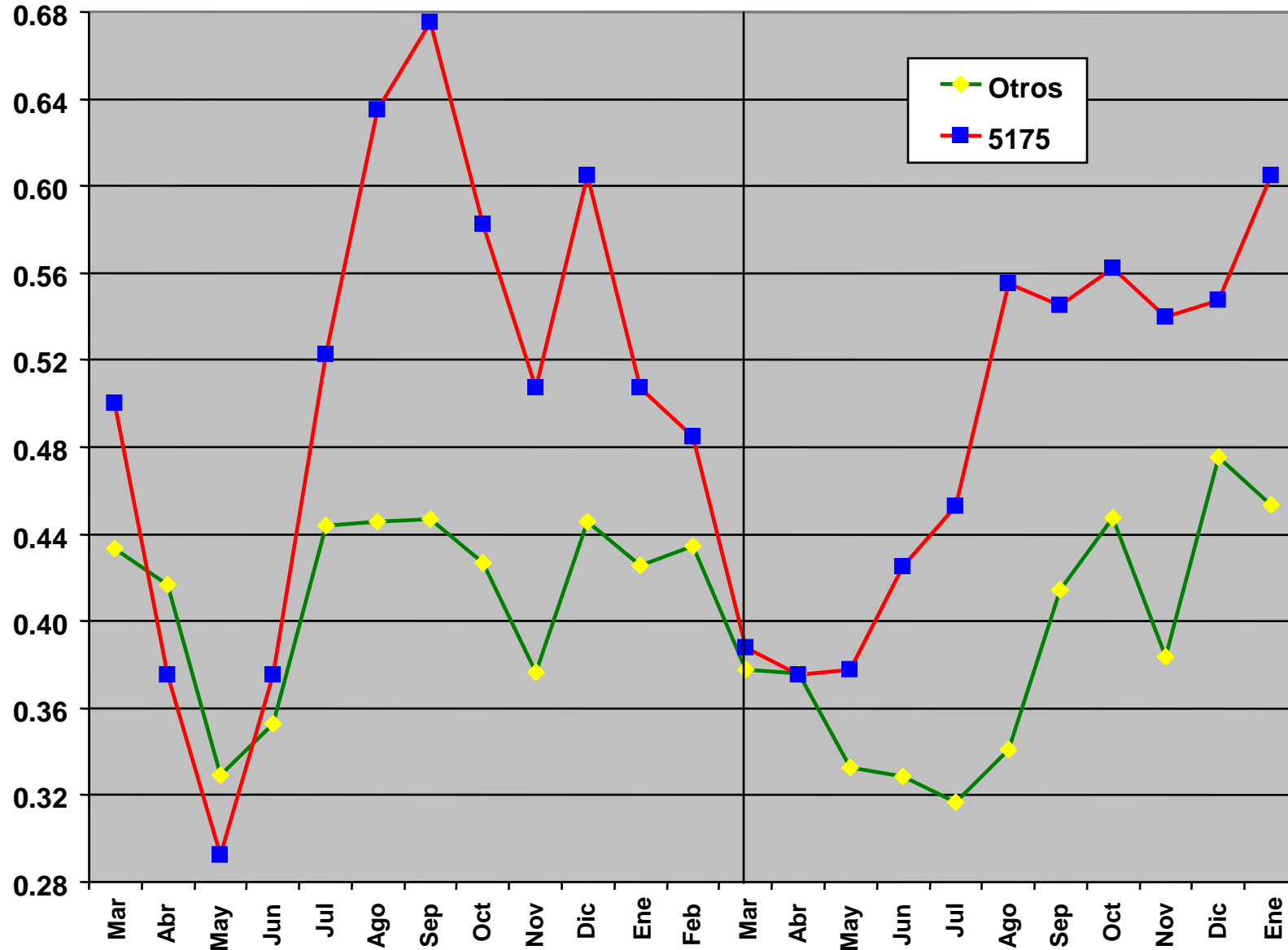
% de Calcio en hojas



Potasio y Calcio

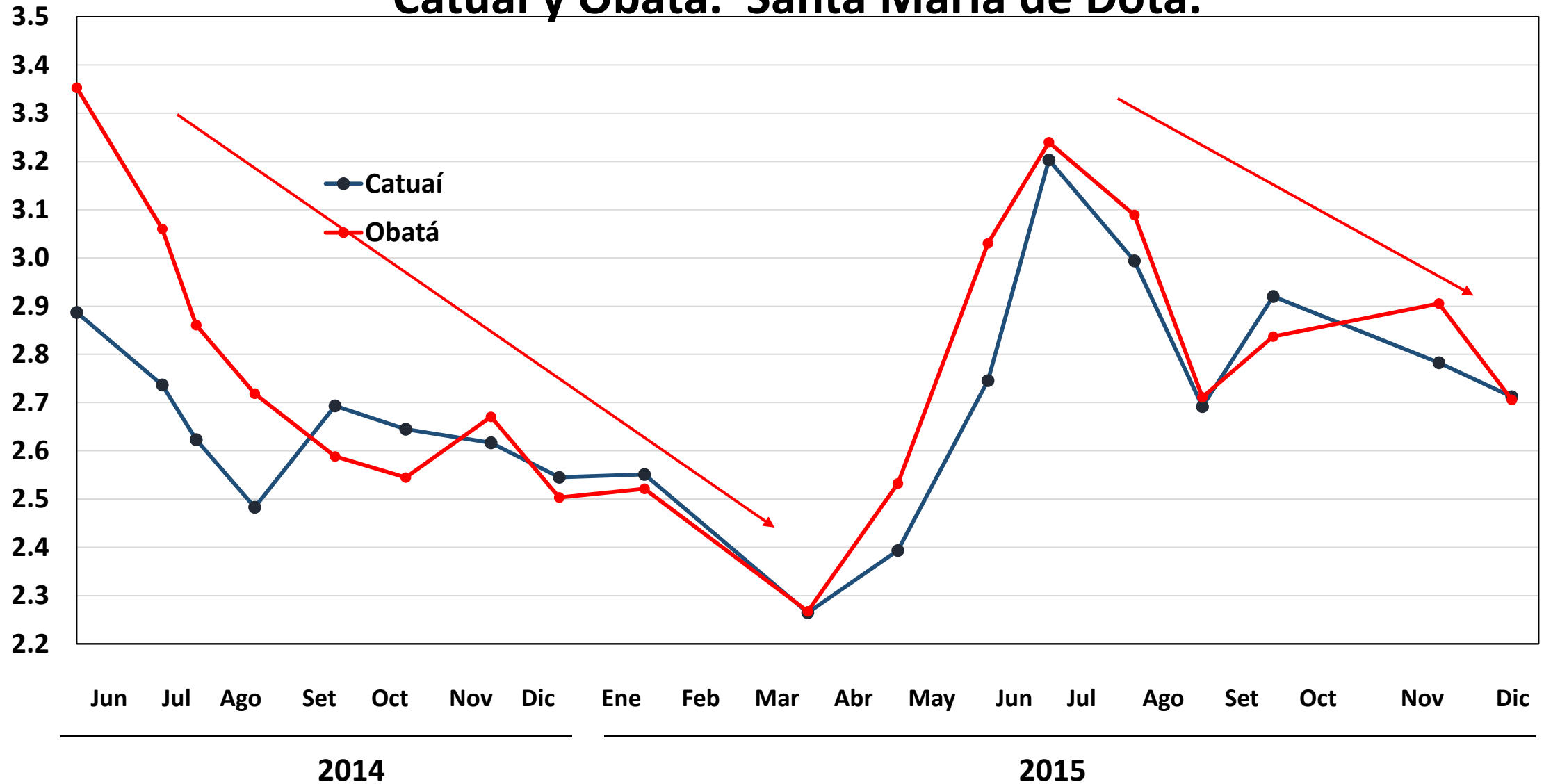


Magnesio



Variación Estacional del Nitrógeno en Hojas

Catuaí y Obatá. Santa María de Dota.

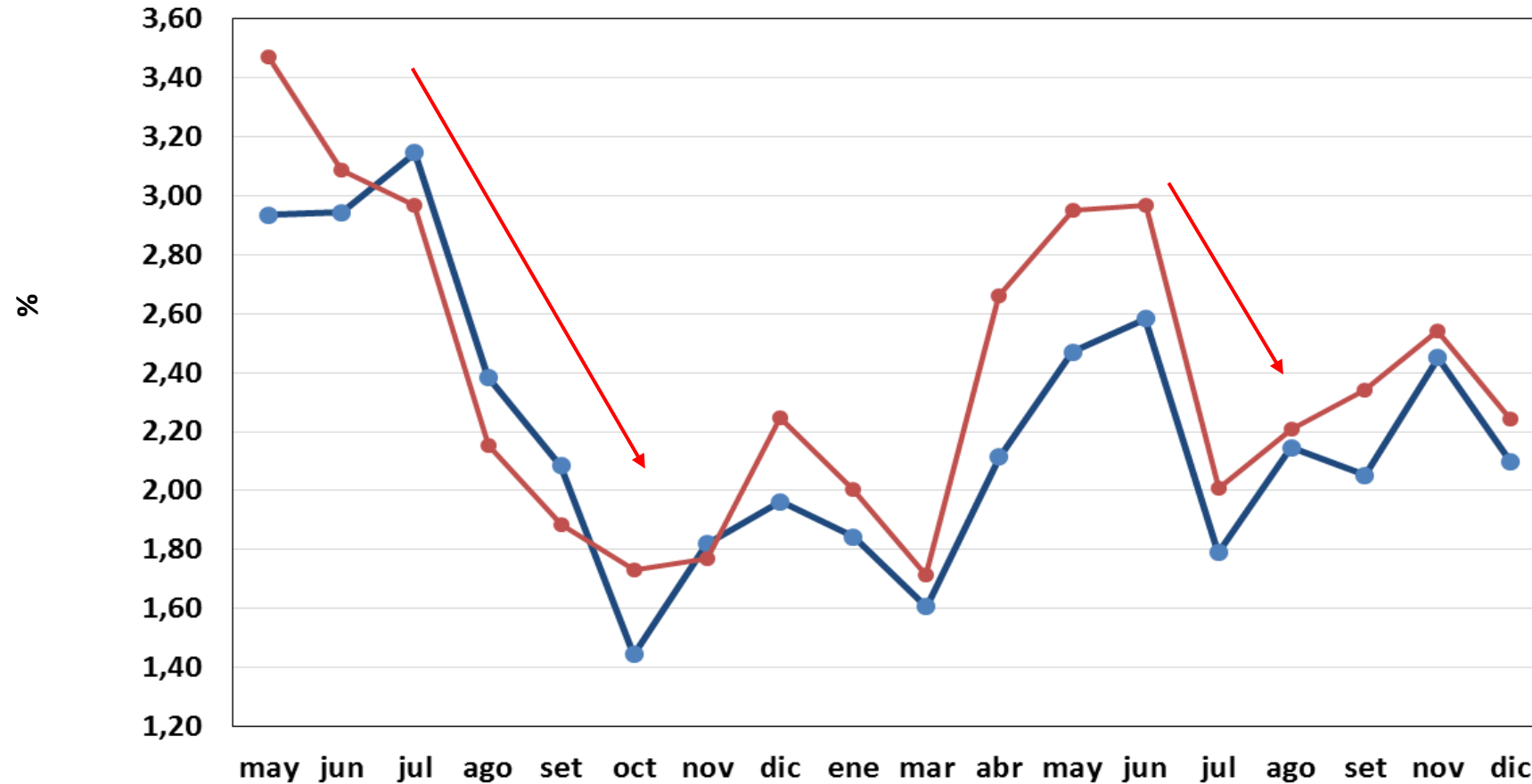


Potasio

Dota

Obatá

Catuaí



Extracción de Nutrientes

Extracción Frutos

Extracción de Potasio

1998

gr K / 200 frutos

| | Caturra | Catuaí | C.R. 95 | T 5175 |
|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| May-Ago | 1,18 | 1,26 | 1,33 | 1,30 |
| Set-Dic | 0,78 | 0,87 | 1,02 | 0,84 |

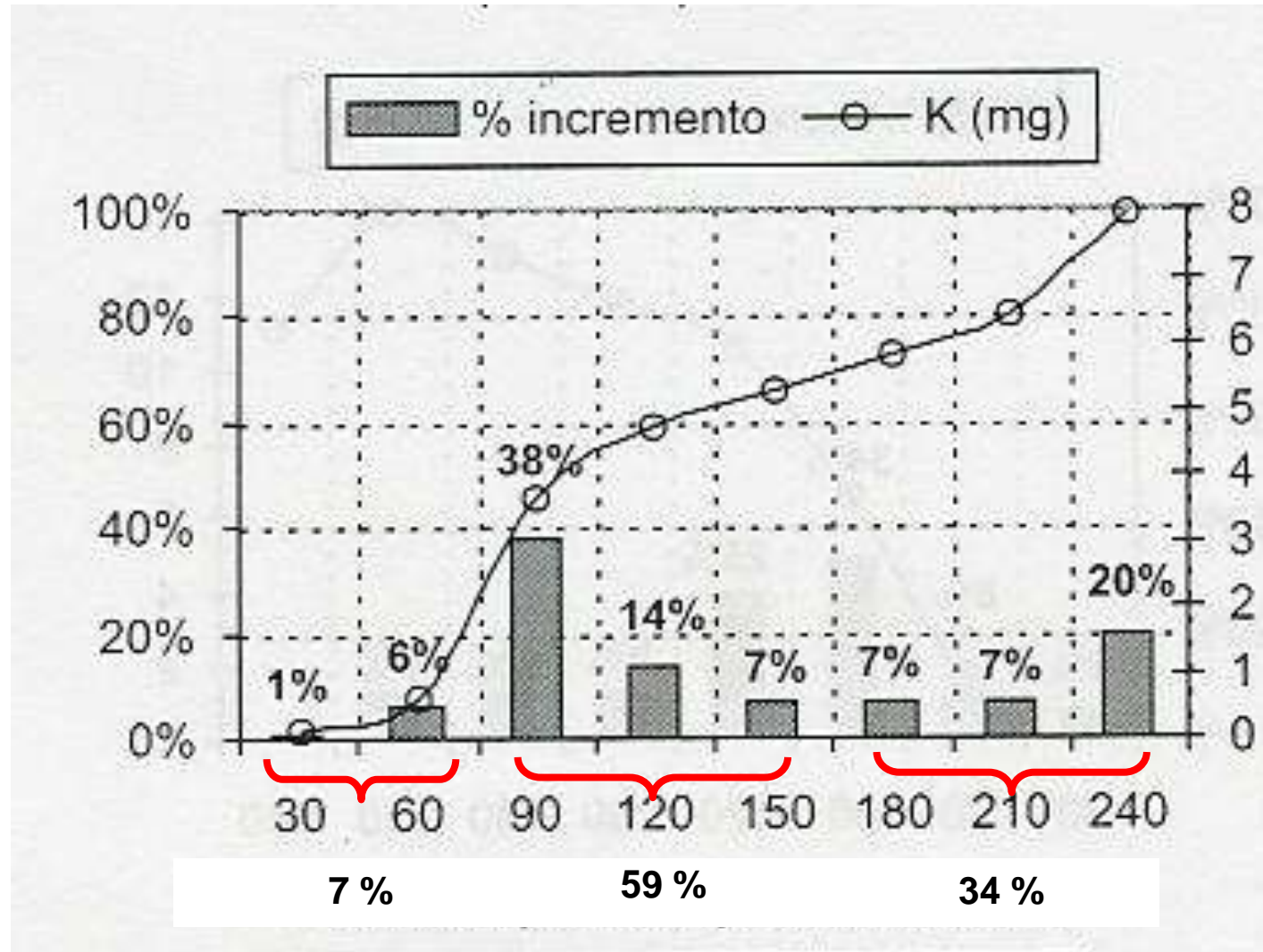
Mayo-Ago: 59 %

Set- Dic: 41 %

Fruto: Absorción de Potasio

Ramírez, Bertsch y Mora; 2000

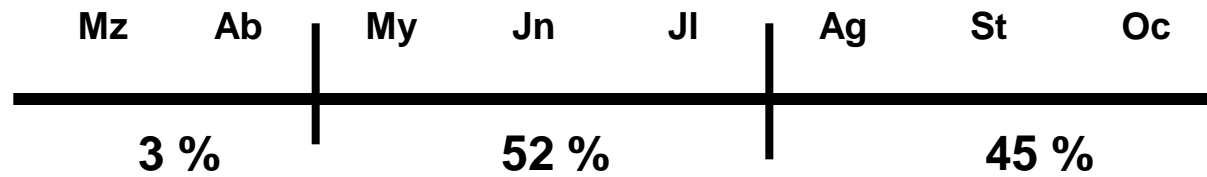
Aquiáres, Turrialba

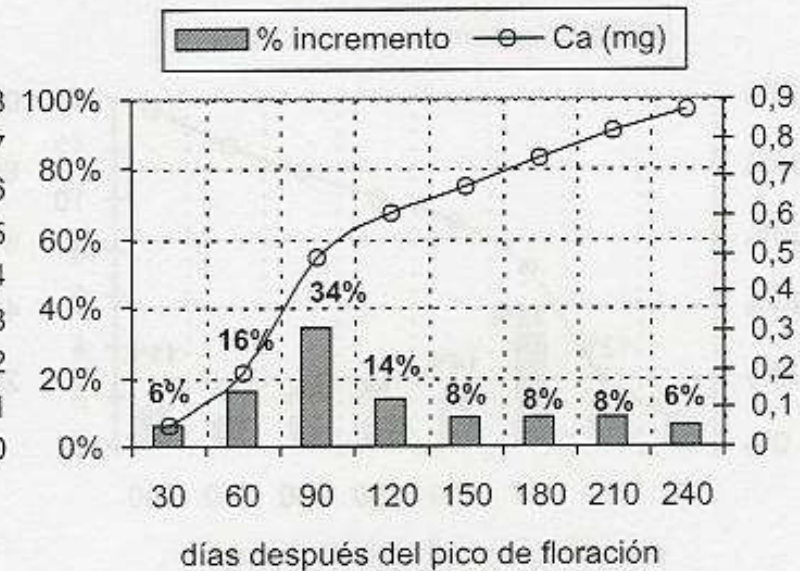
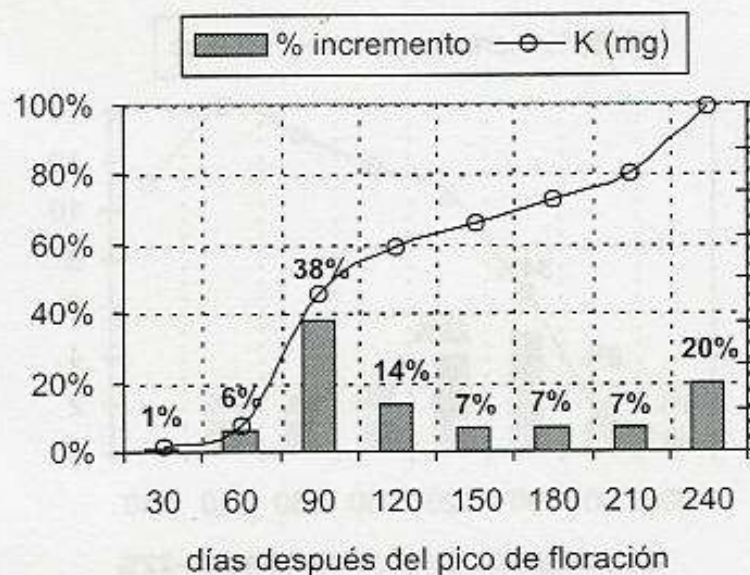
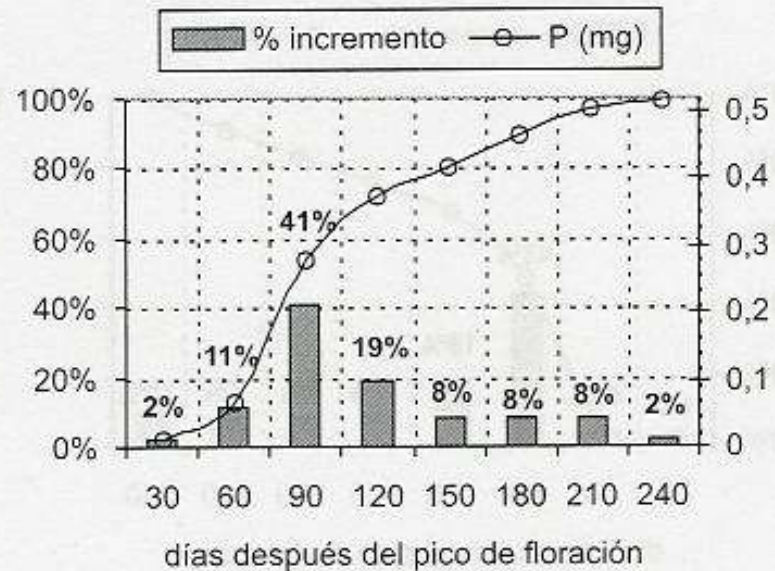
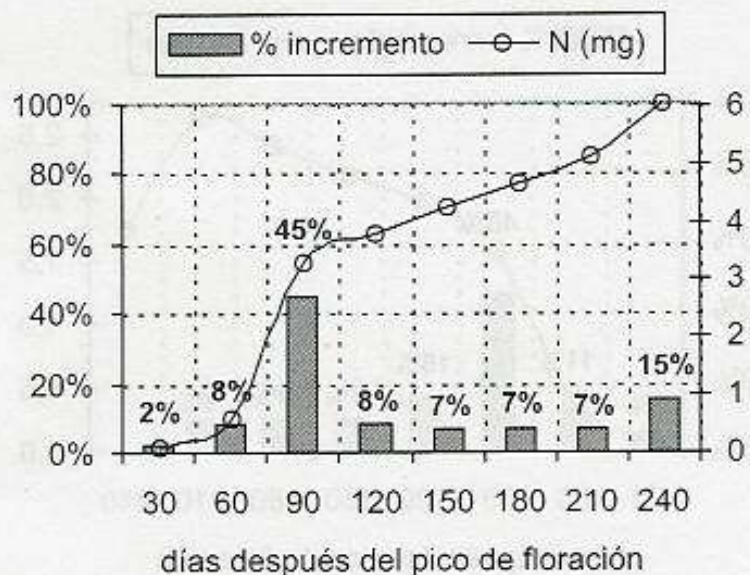


Fruto: Absorción de Potasio

Rojas y Nuñez; 2002

La Bonita, Pérez Zeledón





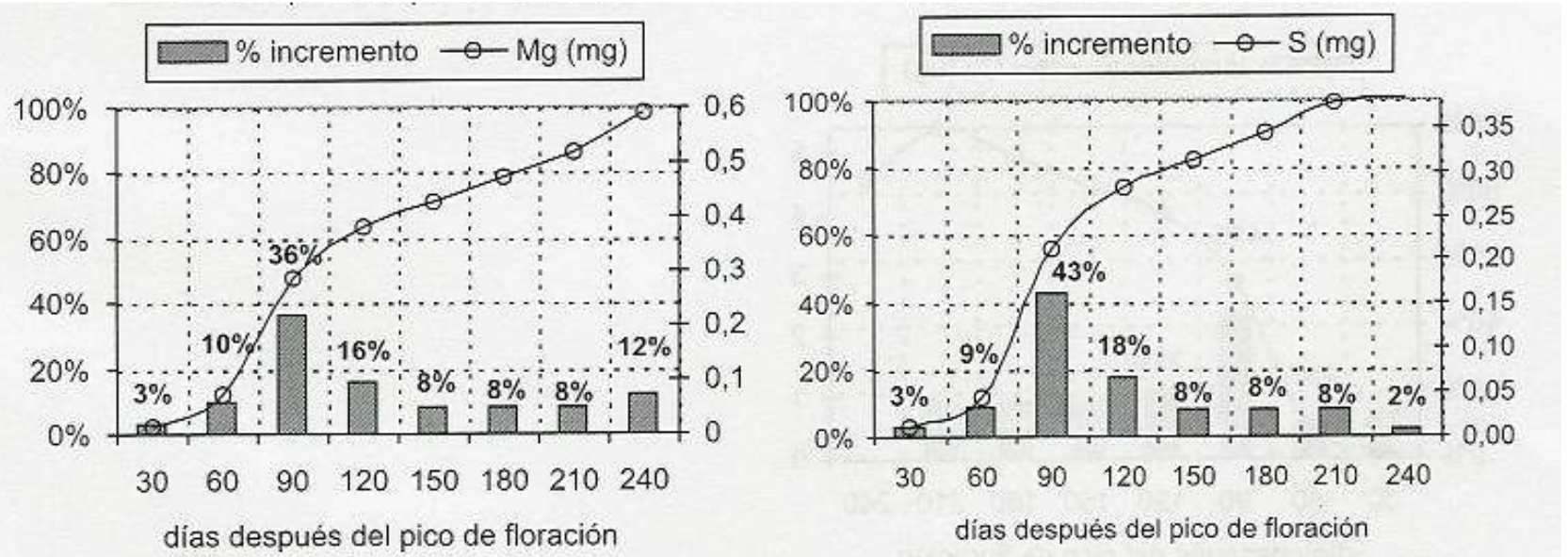


Figura 3. Curvas de absorción de macronutrientes (mg/fruto) para frutos de café Caturra.

Extracción Planta Entera









3 Años

6 Años





25 Agosto

COSTA RICA

COSTA RICA



CR 95
3 años

| | TM / ha | kg / ha | | | | | |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | P.S. | K | N | Ca | Mg | P | S |
| Hojas | 5.00 | 108 | 119 | 75 | 18.2 | 6.9 | 9.3 |
| Frutos | 4.46 | 98 | 64 | 12 | 5.5 | 4.7 | 5.2 |
| Bandolas | 2.31 | 26 | 27 | 32 | 5.7 | 3.3 | 2.2 |
| Tallo + Raíz | 5.97 | 24 | 32 | 23 | 4.6 | 6.6 | 2.5 |
| Total | 17.74 | 256 | 242 | 141 | 34 | 21 | 19 |

Catuaí
5 años

| | TM / ha | kg / ha | | | | | |
|--------------|--------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | P.S. | K | N | Ca | Mg | P | S |
| Hojas | 3.45 | 82 | 80 | 43 | 7.6 | 3.9 | 4.1 |
| Frutos | 3.80 | 83 | 57 | 10 | 4.4 | 4.6 | 4.2 |
| Bandolas | 0.89 | 12 | 11 | 13 | 1.6 | 1.2 | 0.7 |
| Tallo + Raíz | 4.51 | 39 | 26 | 21 | 4.5 | 5.2 | 1.5 |
| Total | 12.65 | 216 | 174 | 86 | 18 | 15 | 11 |

Efecto de la fertilización y carga productiva sobre la extracción de nutrientes



Materiales y métodos

- **Ubicación:** San Pedro de Barva, Heredia
- **Cultivar:** Costa Rica 95
- **Año de siembra:** 1997
- **Den. de siembra:** 6.173 ptas/ha



Materiales y métodos

Tratamientos

| Nº | | Fertilización |
|----|------------|---------------------------|
| 1 | Abonado | 800 kg FC/ha + 90 kg N/ha |
| 2 | Sin abono | - |
| 3 | Desfrutado | 800 kg FC/ha + 90 kg N/ha |

Materiales y métodos

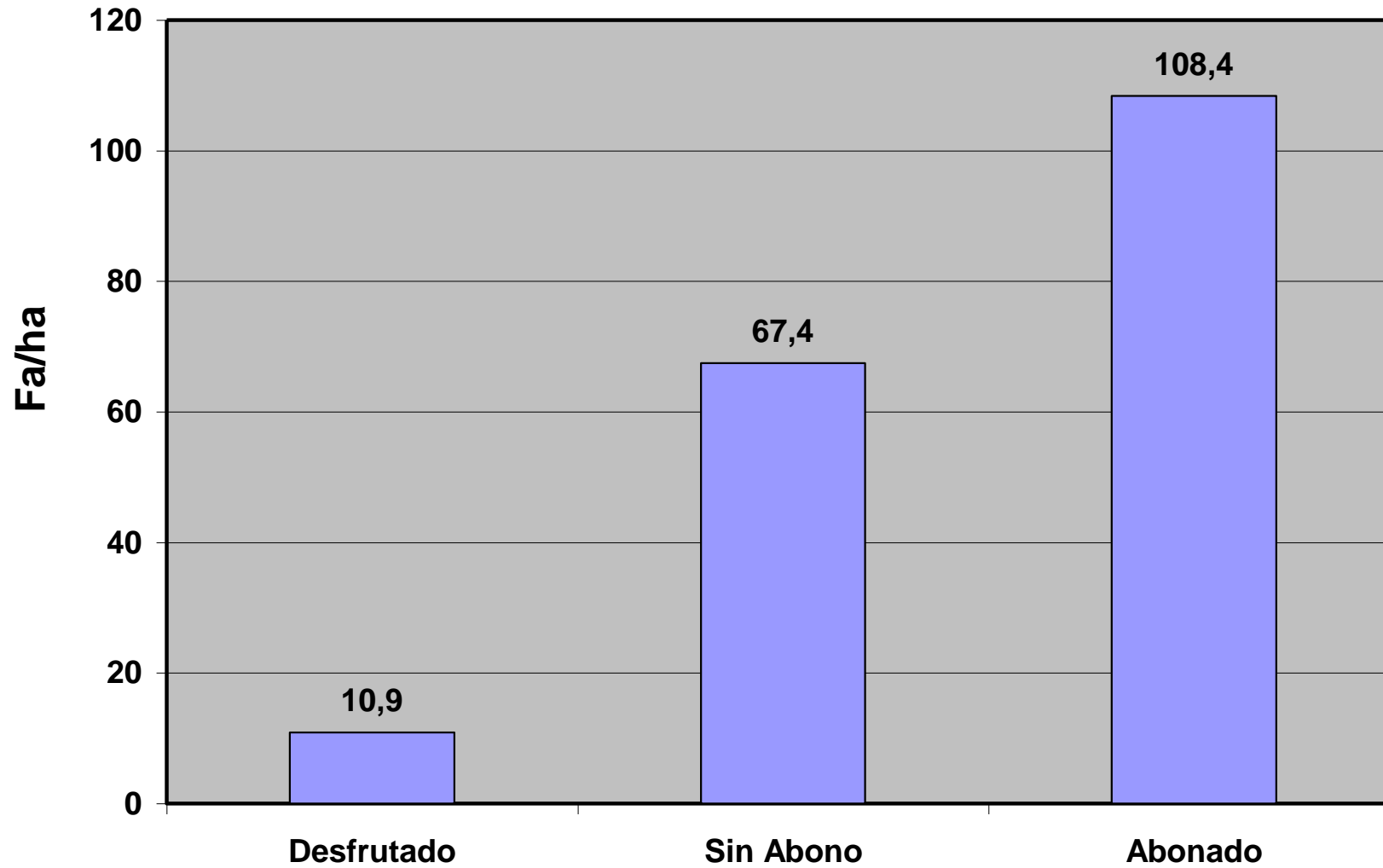
- **3 hileras de 71 plantas cada una**
- **Selección y arranque trimestral de 4 plantas por tratamiento**
- **Selección de plantas:**
 1. **70 – 79 cm**
 2. **80 – 89 cm**
 3. **90 – 99 cm**
 4. **100 – 109 cm**

Materiales y métodos

- **Medición por planta de peso húmedo y seco de: Hojas, frutos, bandolas, tallo y raíz.**
- **Toma de muestras de tejidos para la determinación de tenores de N, K, Ca y Mg**
- **Determinación de extracción de nutrientes por diferencia en los contenidos entre fechas de muestreo.**

Resultados

Cosecha 99/00 (Fa/ha)

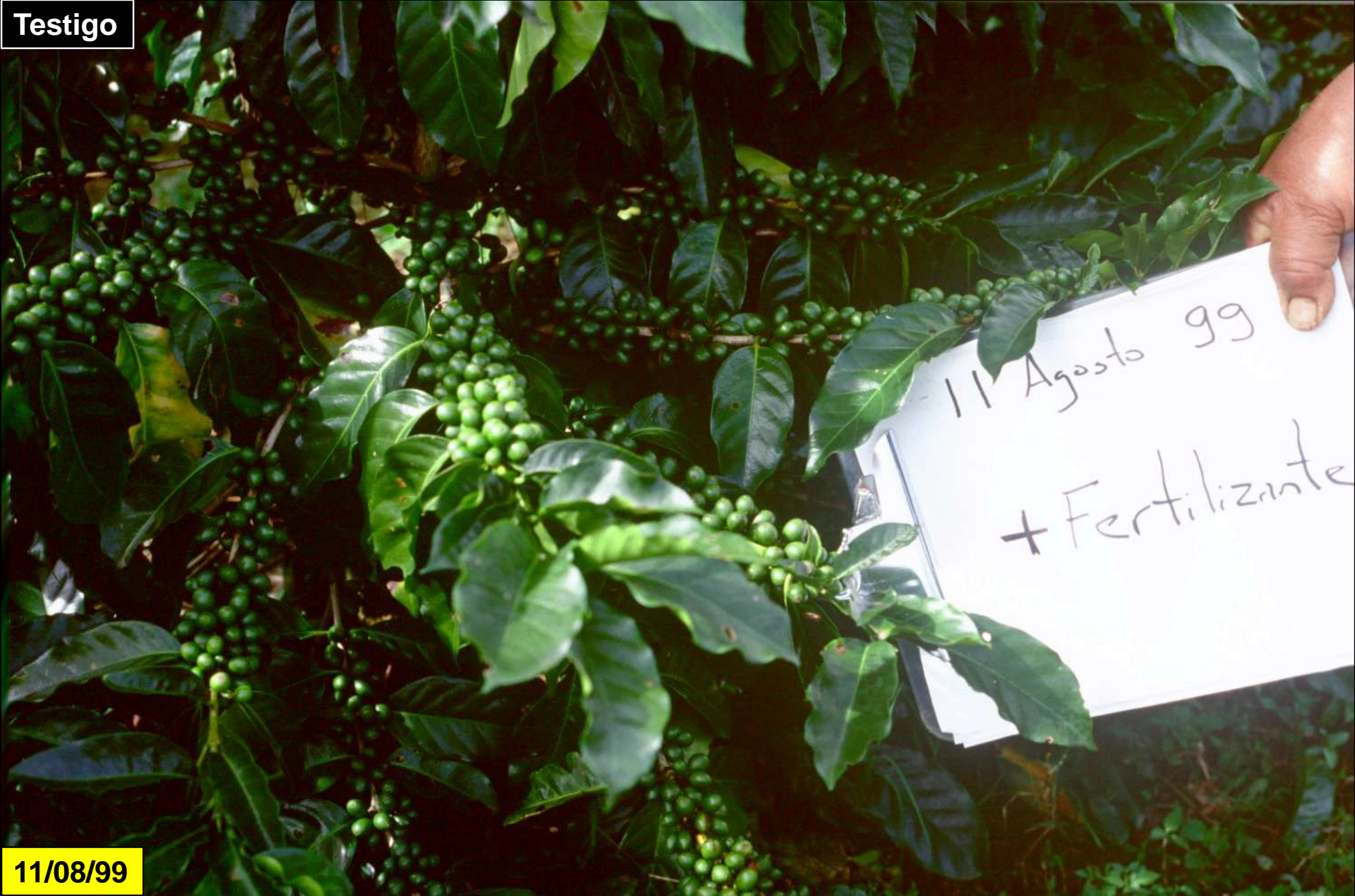


Cosecha 99/00

| | | Distribución porcentual de la cosecha | | |
|----------------------|----------|---------------------------------------|--------------------|-------------------|
| N° | Fecha | Desfrutado | Abonado | Sin abono |
| 1 | 17/09/99 | 0,0 % | 0,7 % | 8,9 % |
| 2 | 21/10/99 | 0,0 % | 1,9 % | 15,9 % |
| 3 | 25/11/99 | 0,0 % | 41,6 % | 48,9 % |
| 4 | 14/12/99 | 43,4 % | 32,6 % | 19,3 % |
| 5 | 18/01/00 | 56,6 % | 23,2 % | 7,0 % |
| | | | | |
| Total (%) | | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |
| Total (Fa/ha) | | 10,9 Fa/ha | 108,4 Fa/ha | 67,4 Fa/ha |

25 %

Testigo



11/08/99

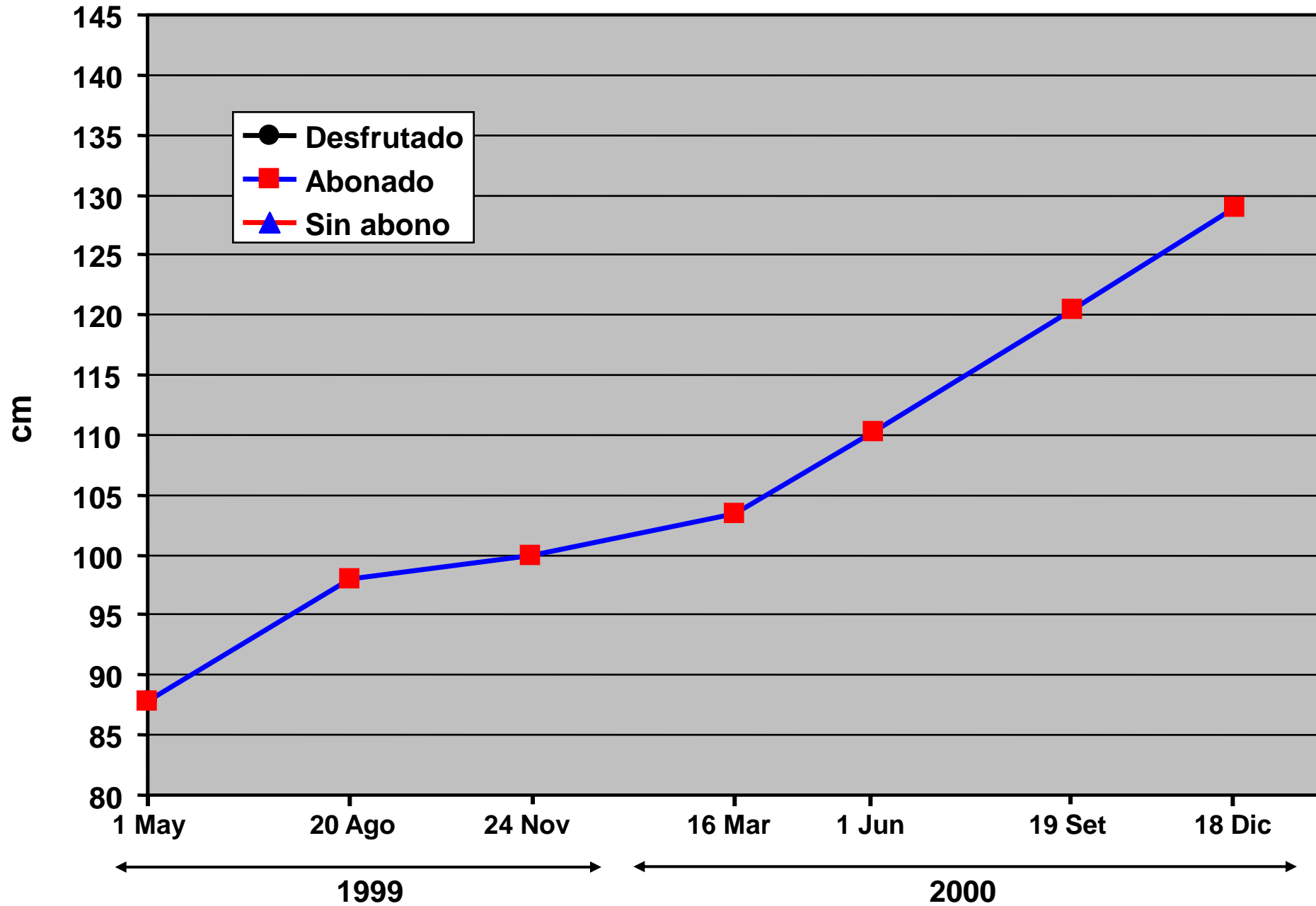
S.A.

Fertilizante

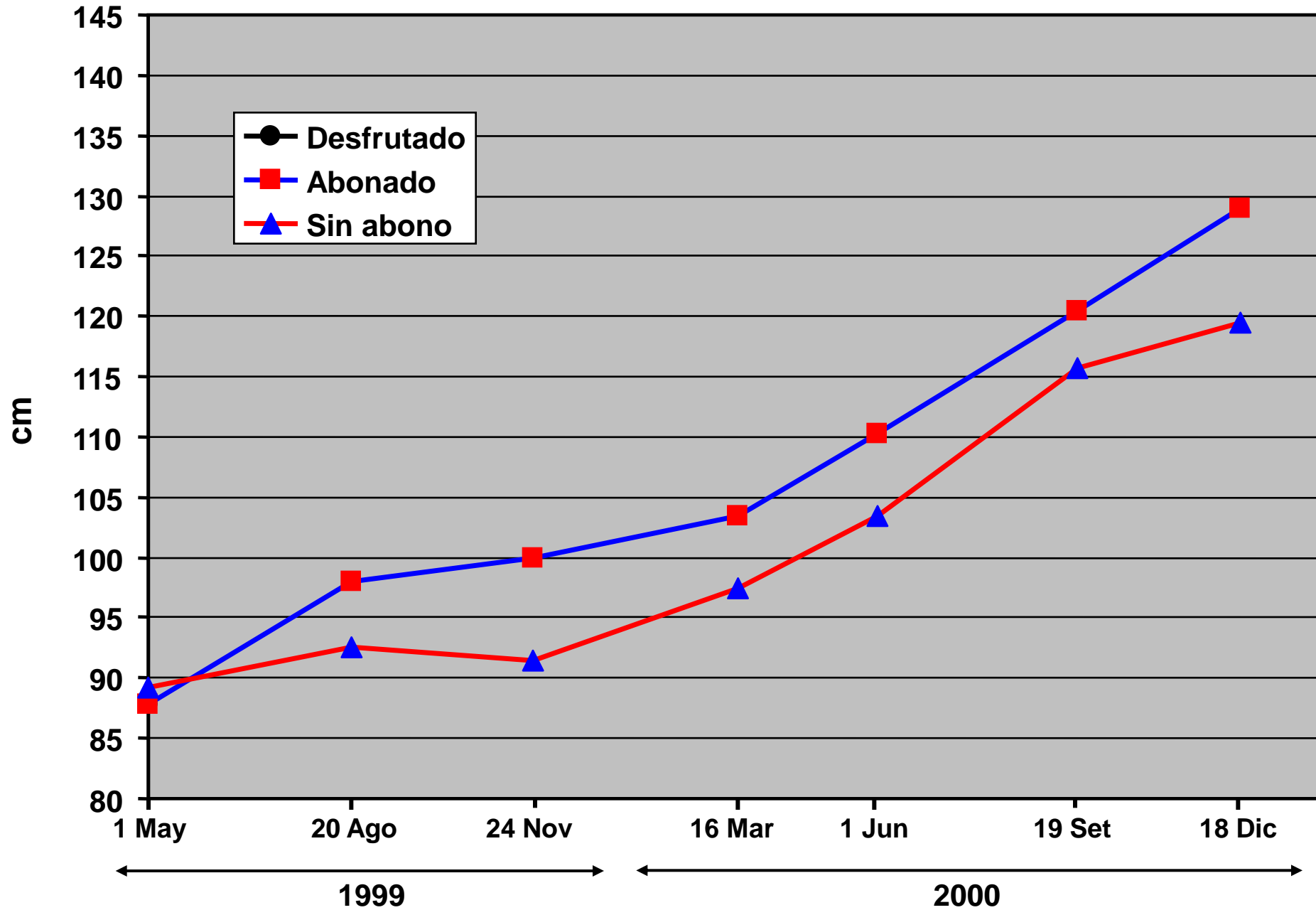


11/08/99

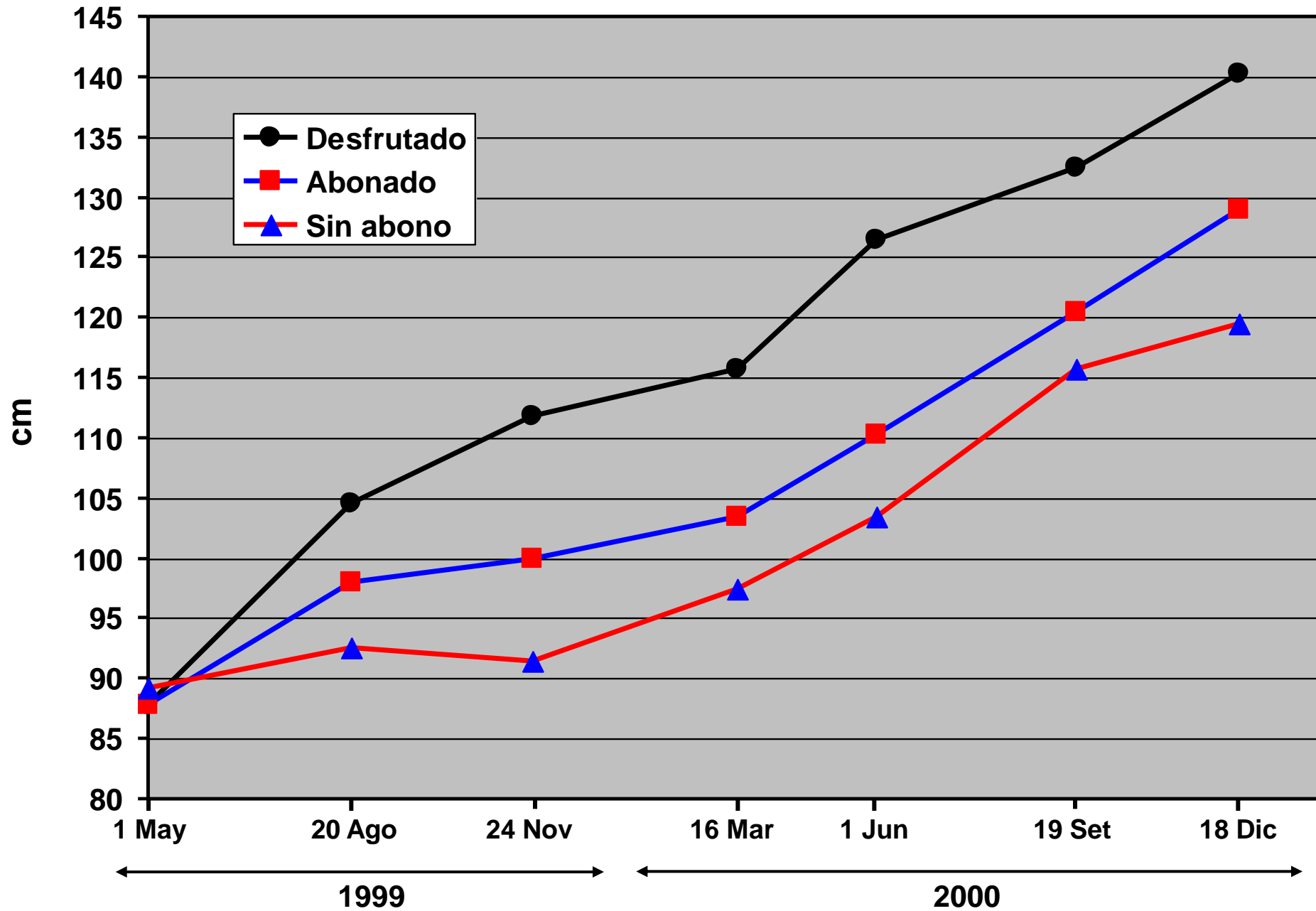
Evolución de la altura promedio (cm/plt)



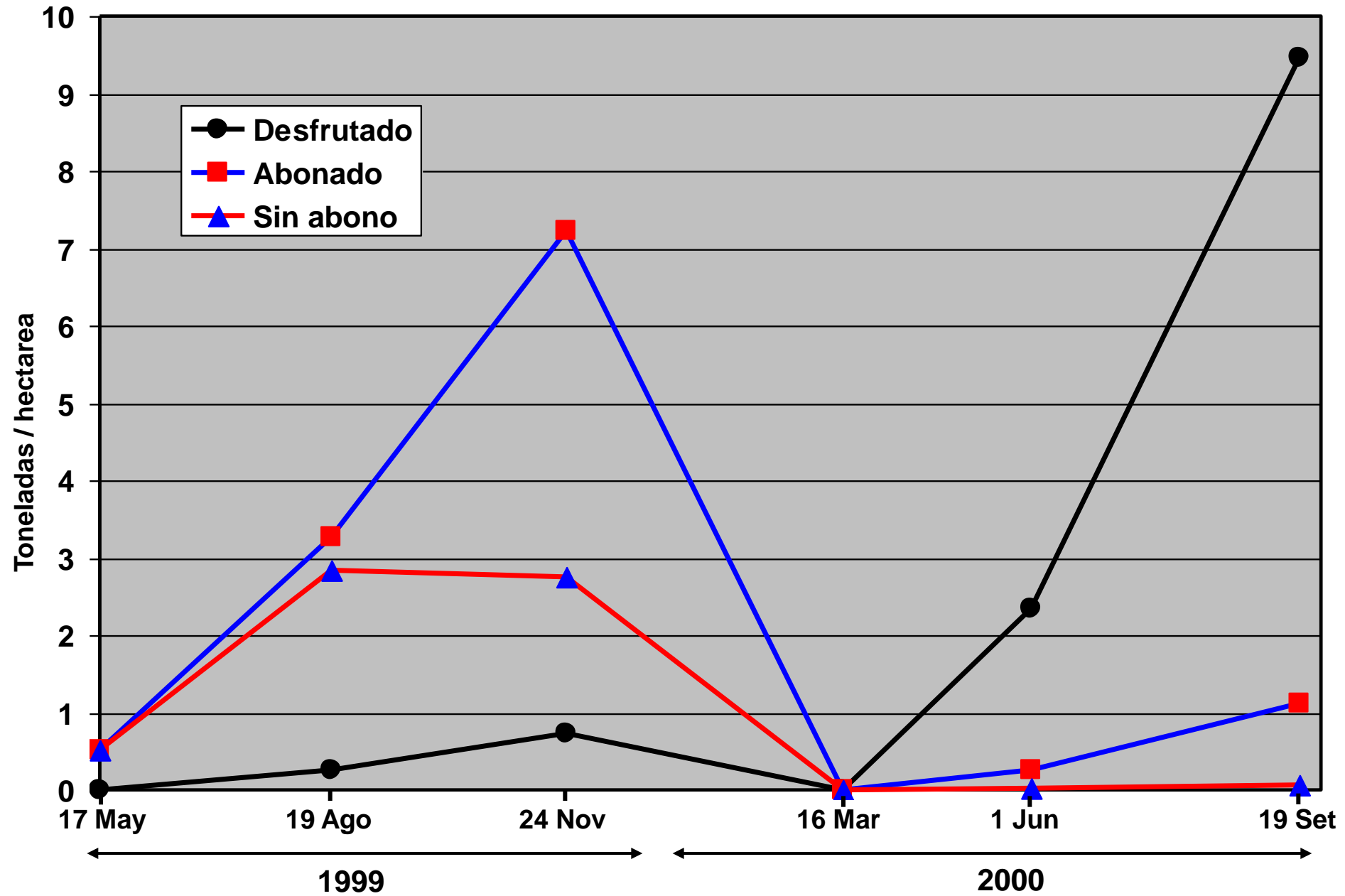
Evolución de la altura promedio (cm/plt)



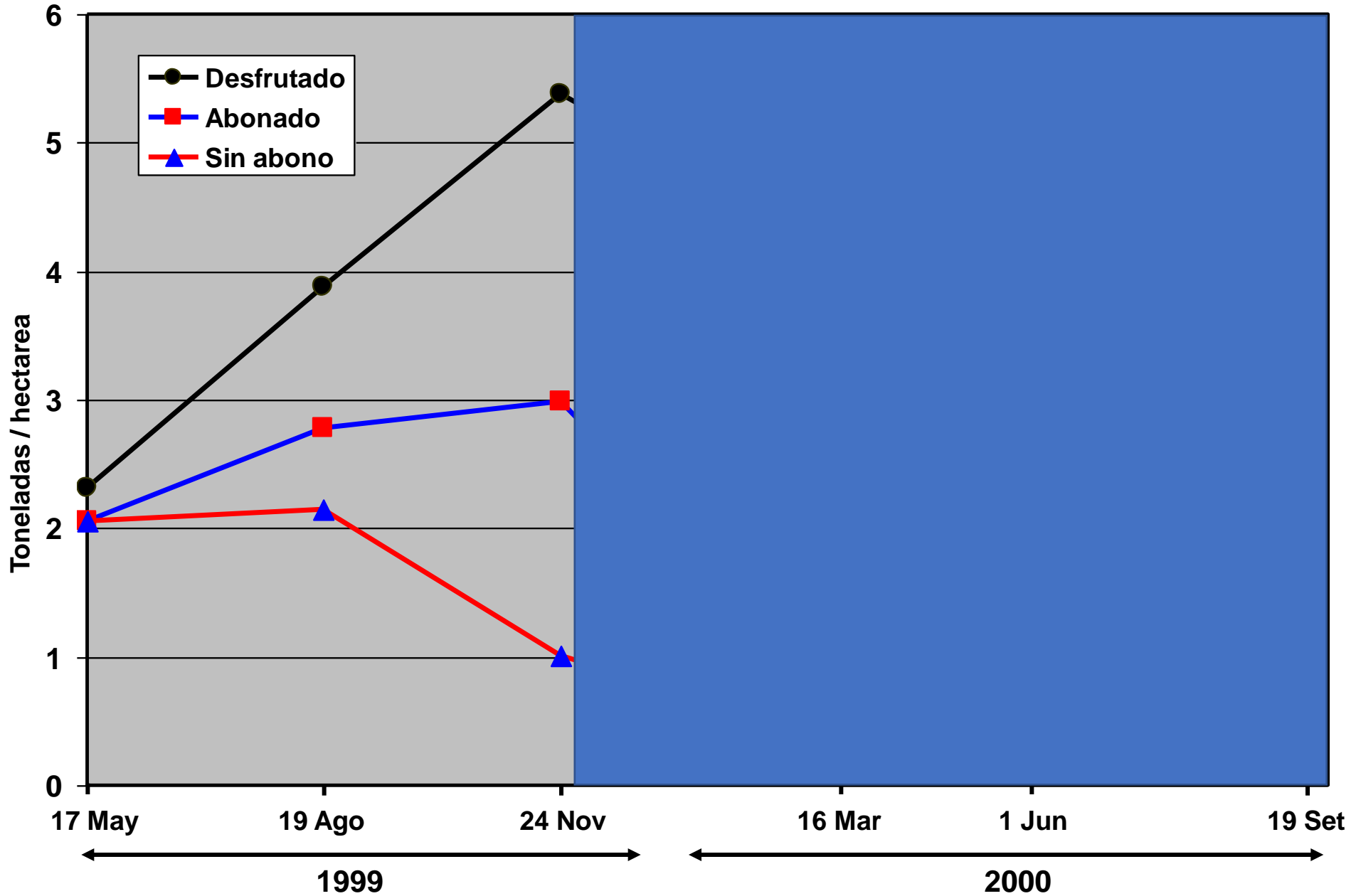
Evolución de la altura promedio (cm/plt)



Evolución del peso seco de frutos (Tm/ha)



Evolución del peso seco de hojas (Tm/ha)



Testigo



23/11/99

S.A.



23/11/99

Desfrutado



23/11/99

Y la Raíz ?

Y la Raíz ?



24/11/99

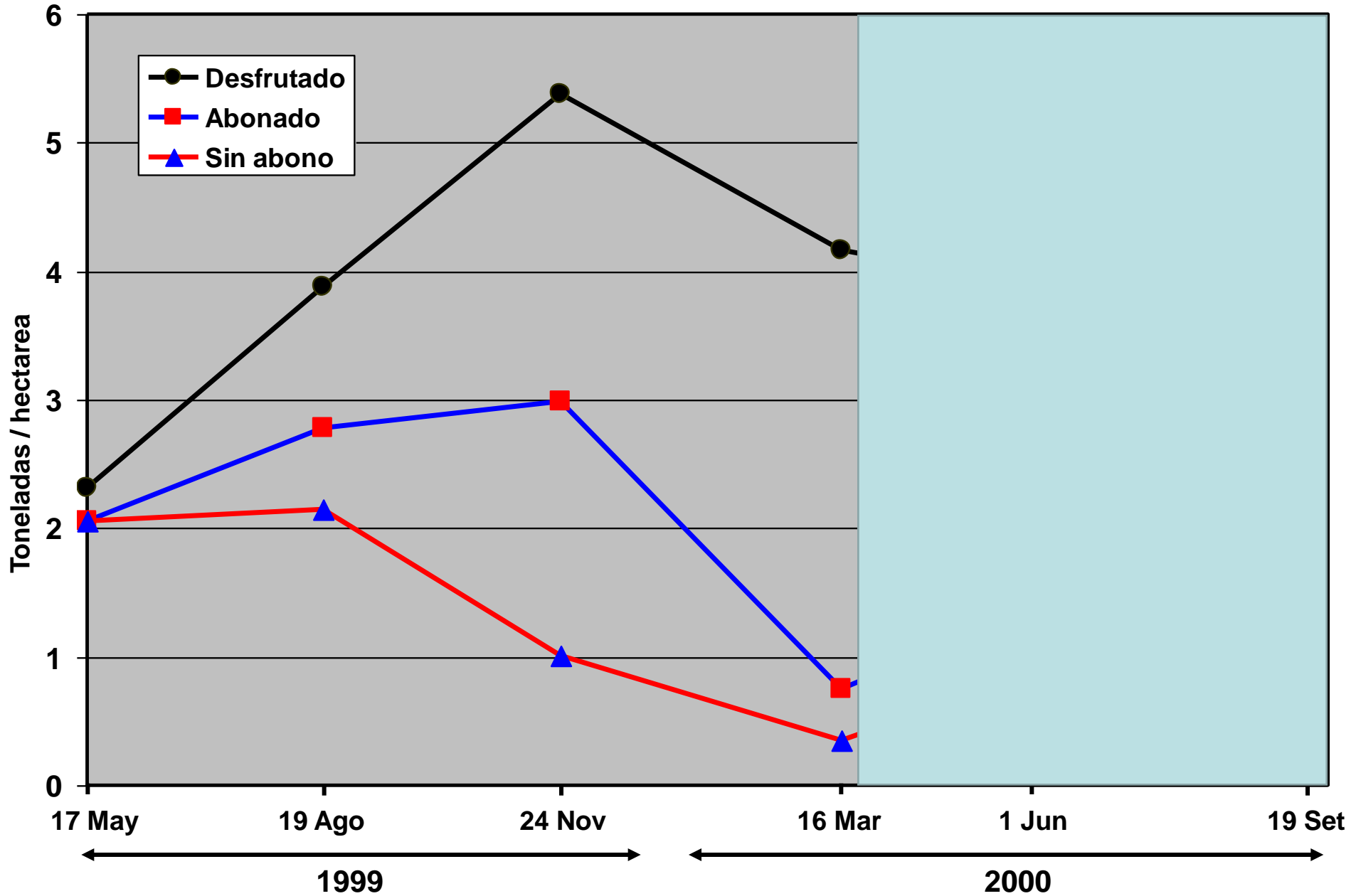
S.A.

Testigo.

Desfrutado



Evolución del peso seco de hojas (Tm/ha)



S.A.



17/03/00

S.A.



17/03/00

Testigo



17/03/00

Testigo



17/03/00

Desfrutado



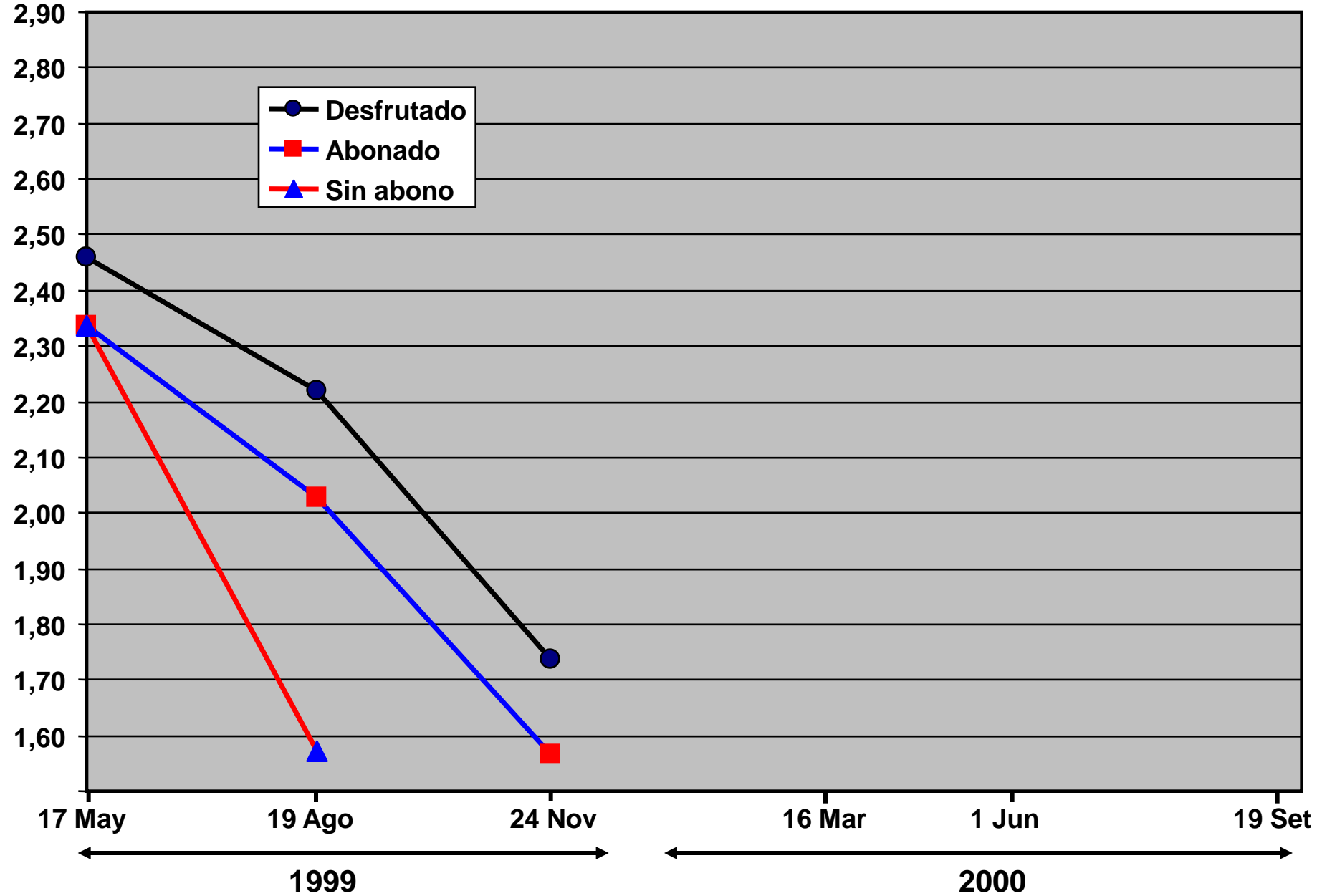
17/03/00



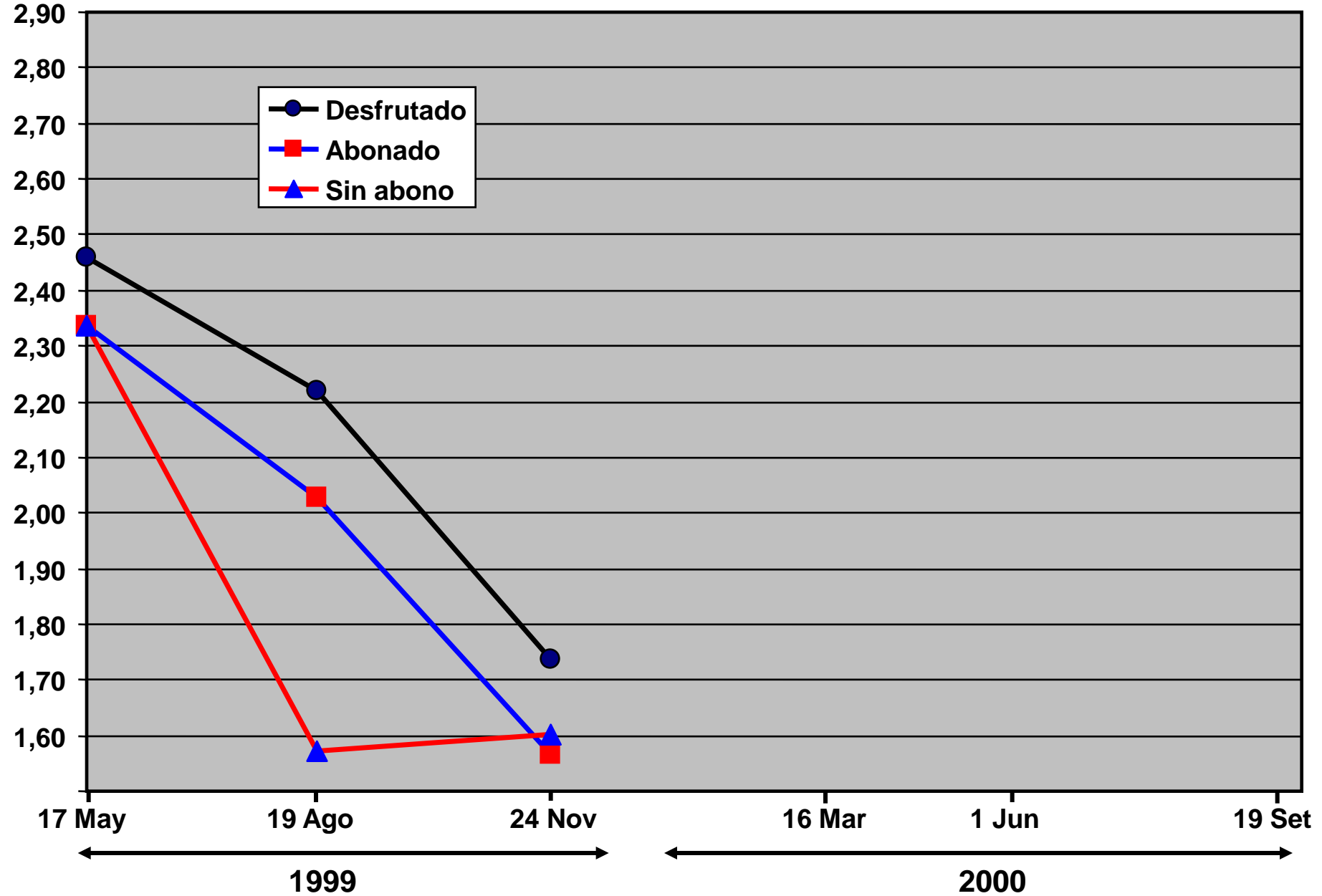
17 Marzo, 2000
con ~~15/00~~ ~~15/00~~
Desflorada

Variación estacional de nutrientes

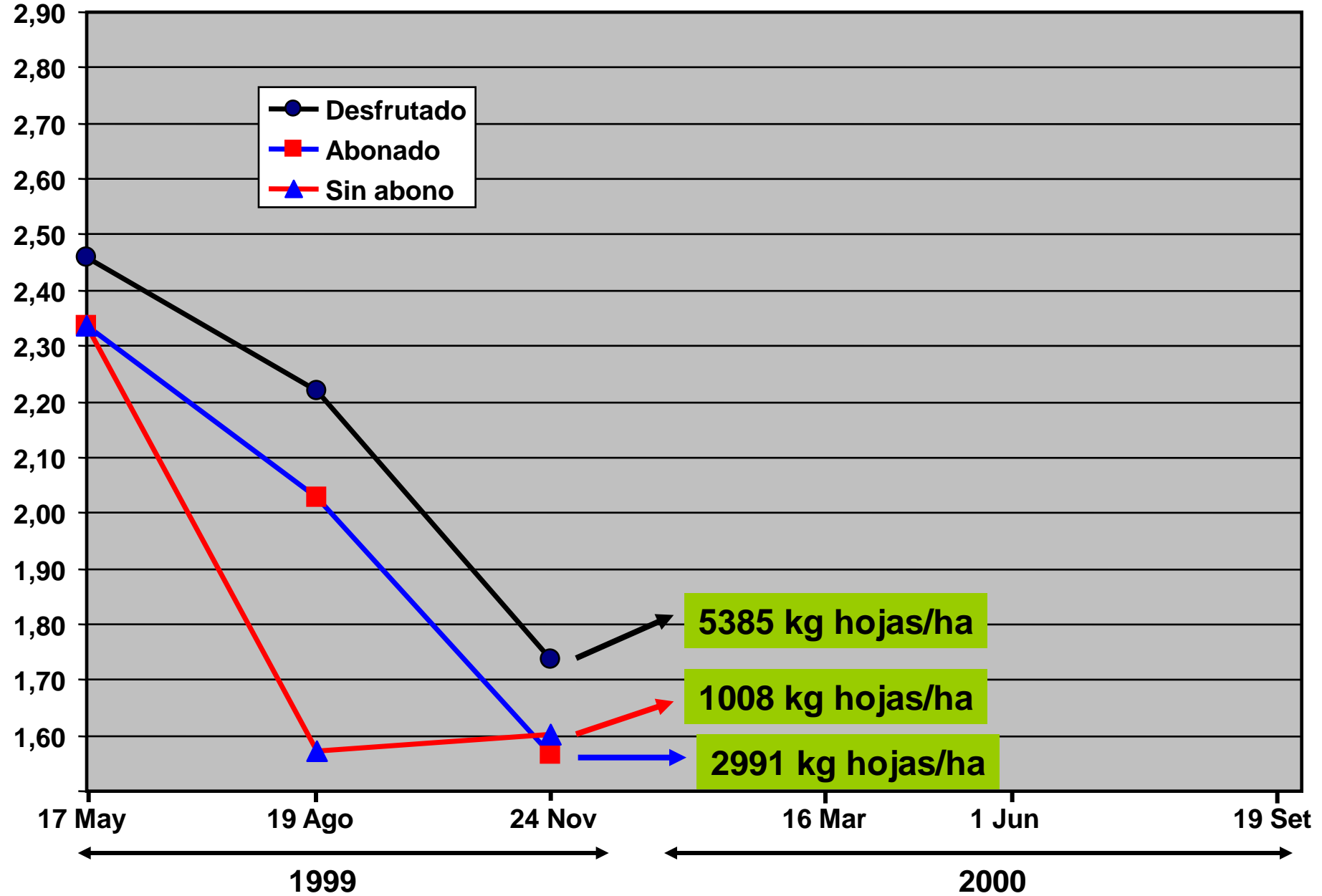
Nitrógeno (%) en hojas



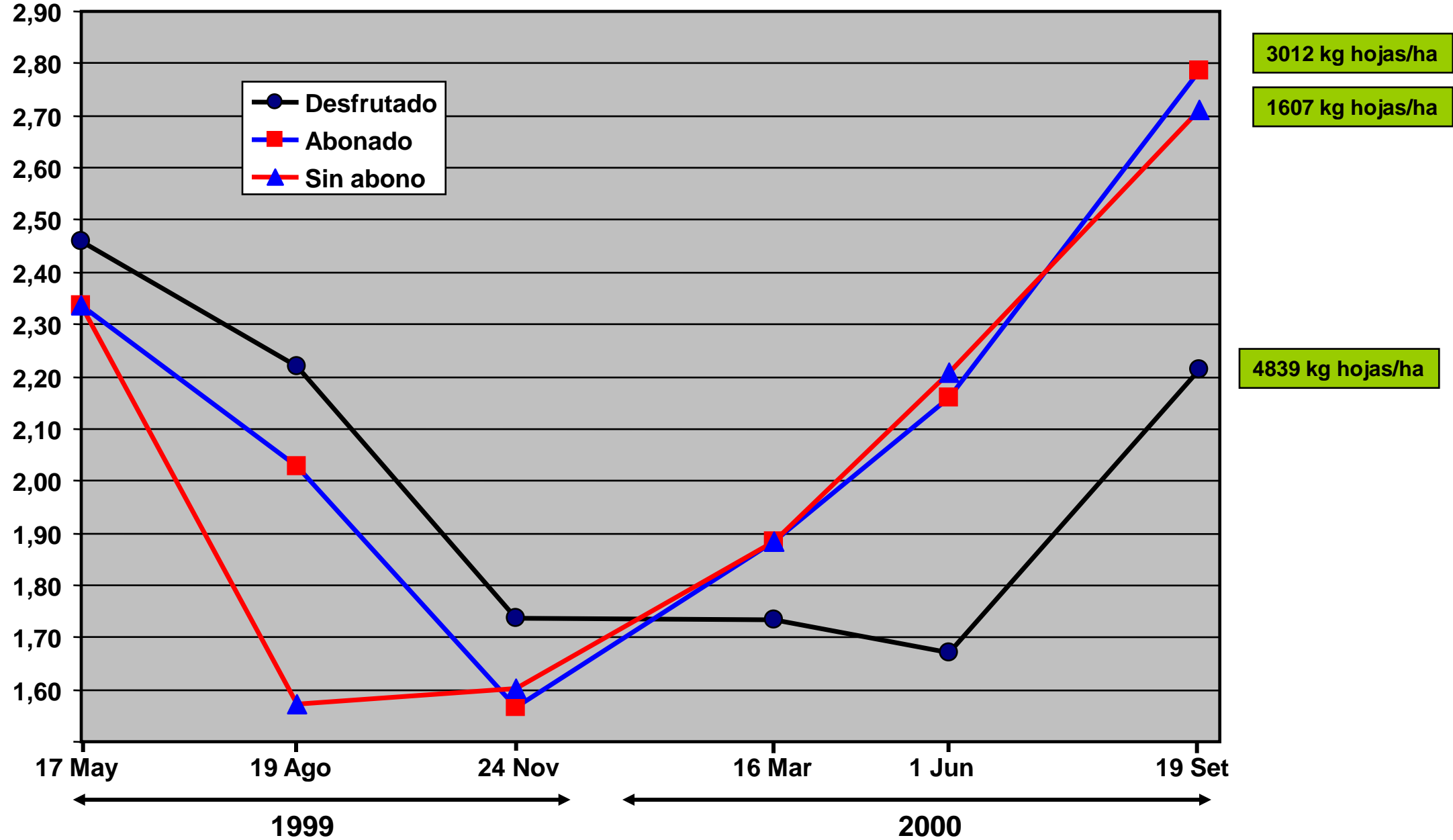
Nitrógeno (%) en hojas



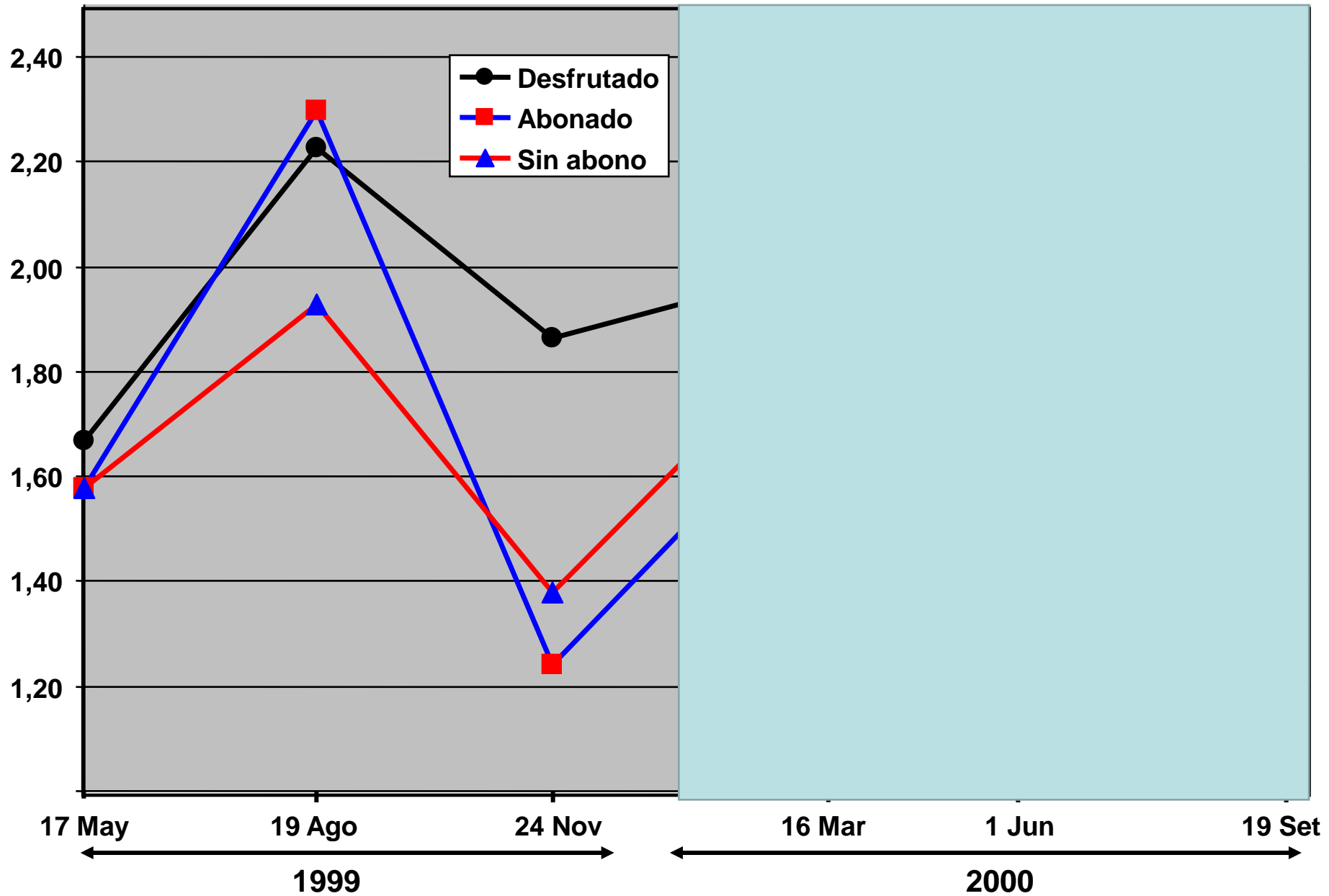
Nitrógeno (%) en hojas



Nitrógeno (%) en hojas

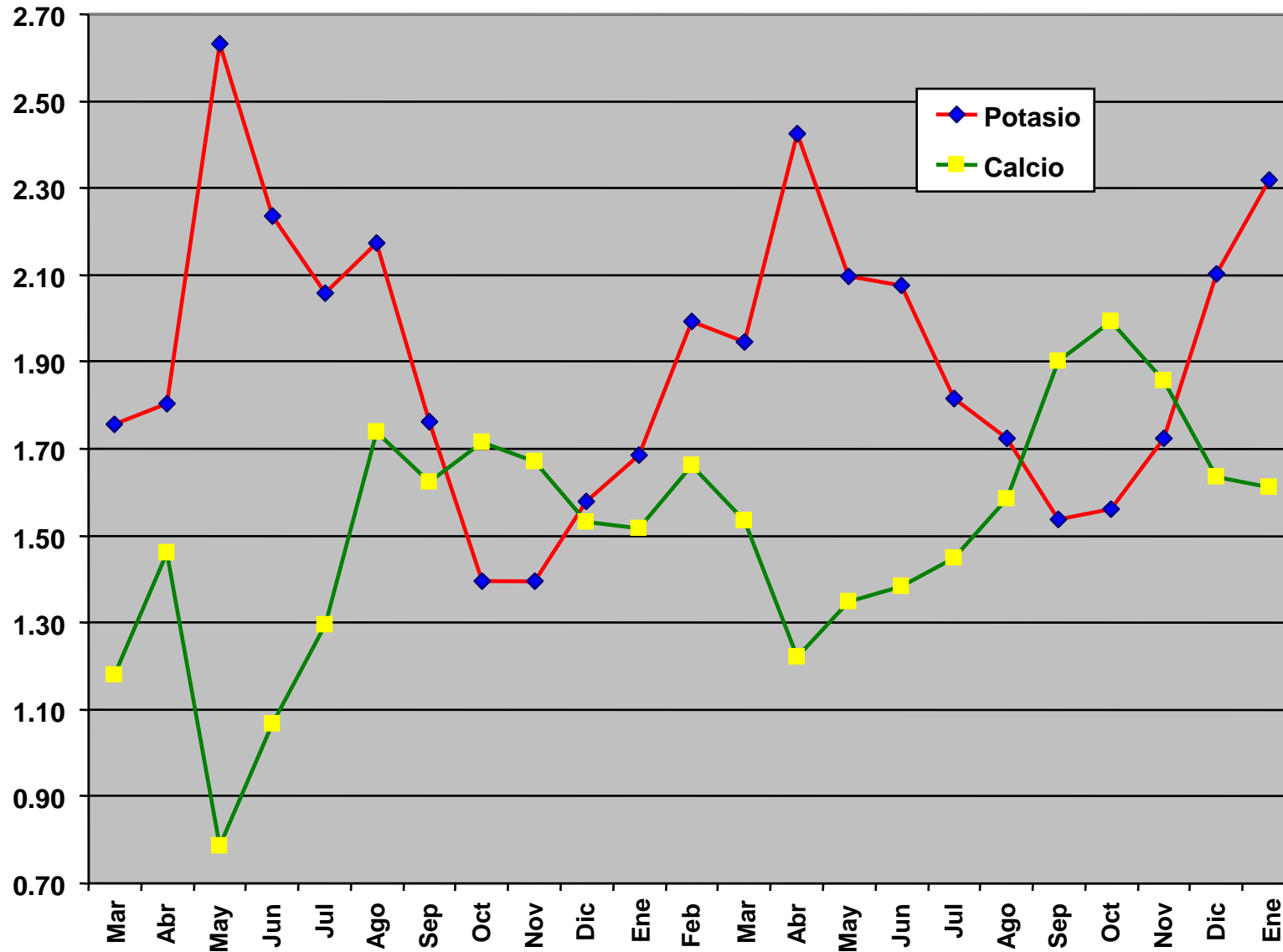


Potasio (%) en hojas

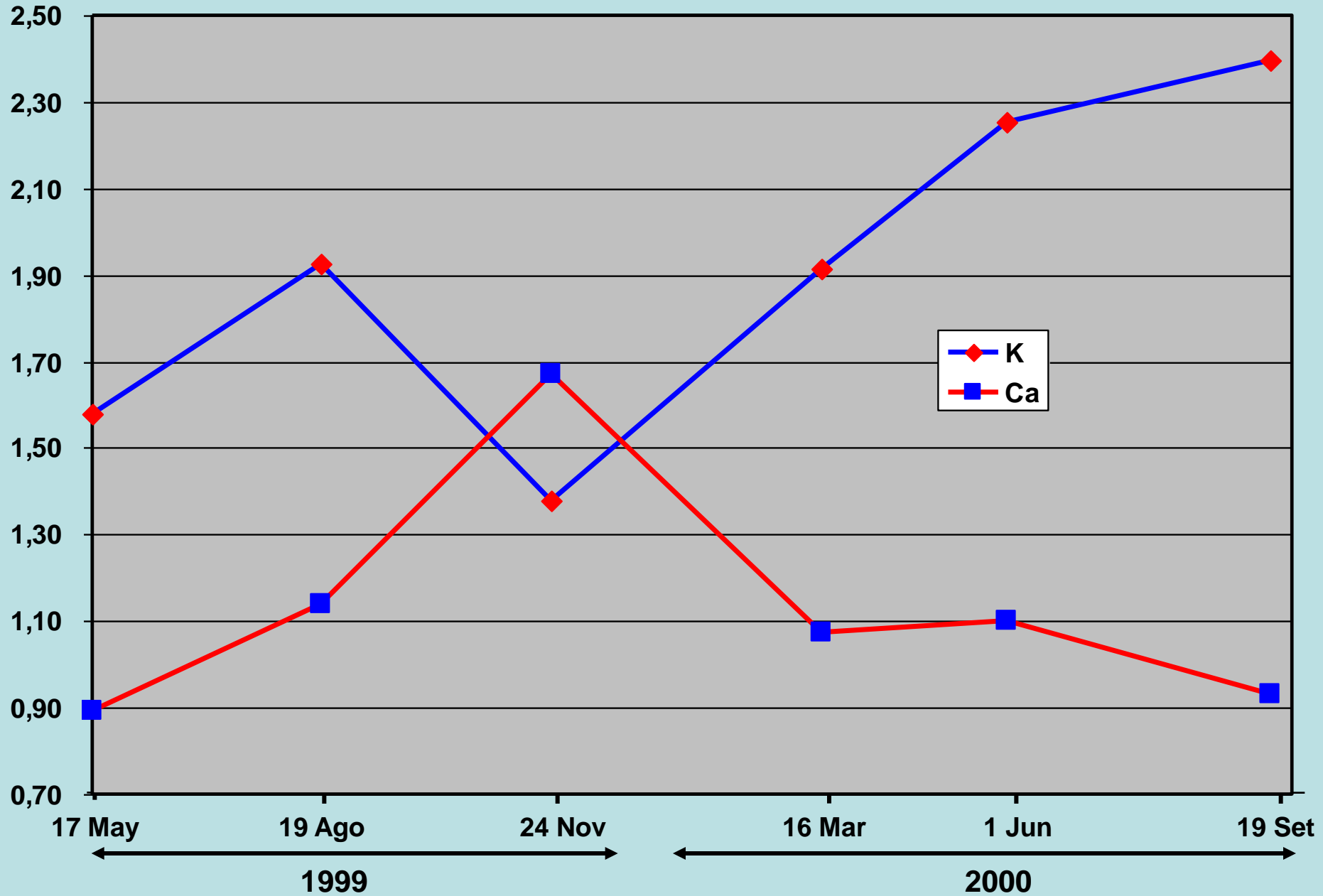


% K y Ca en hojas (Puriscal)

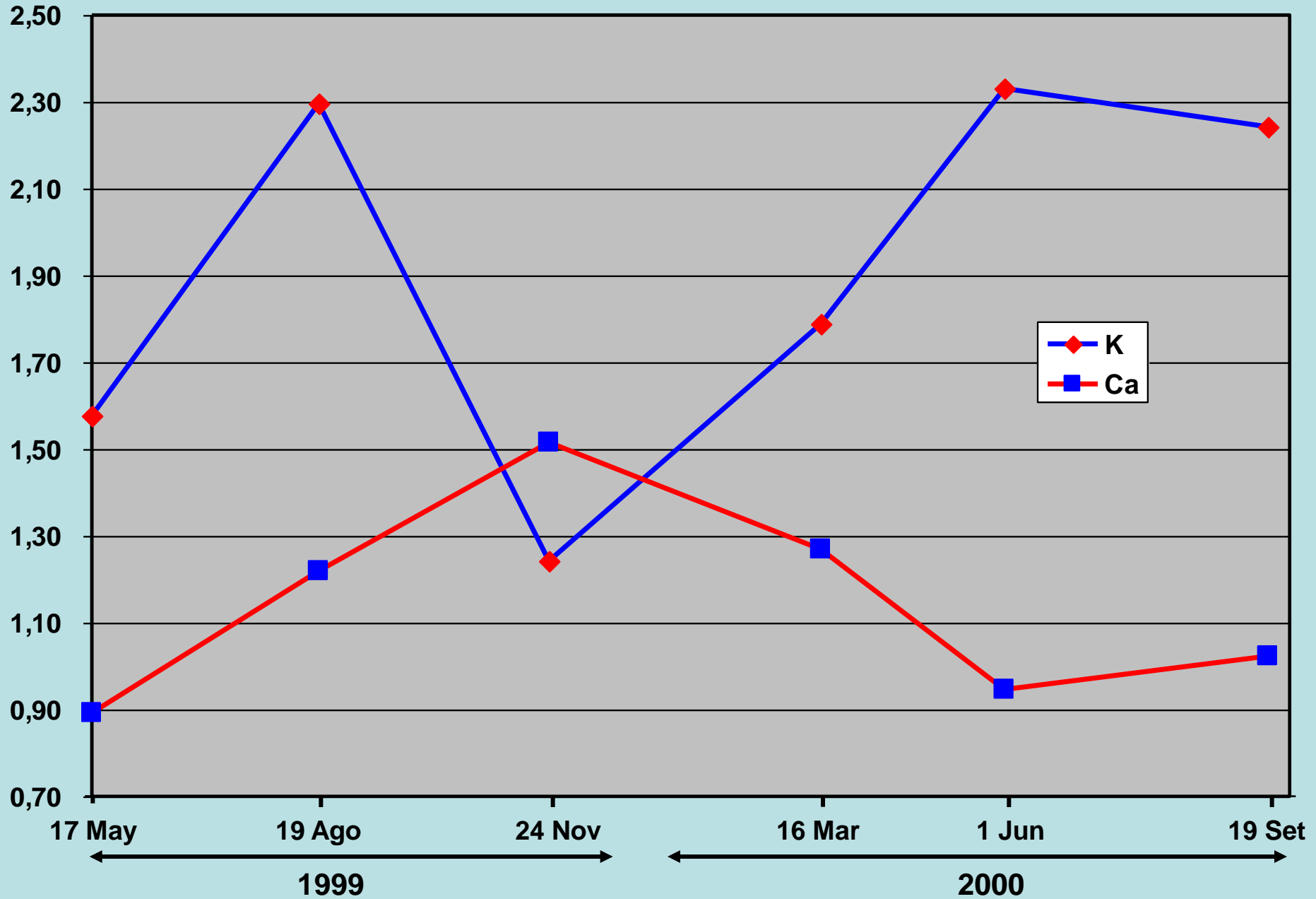
3º par de hojas



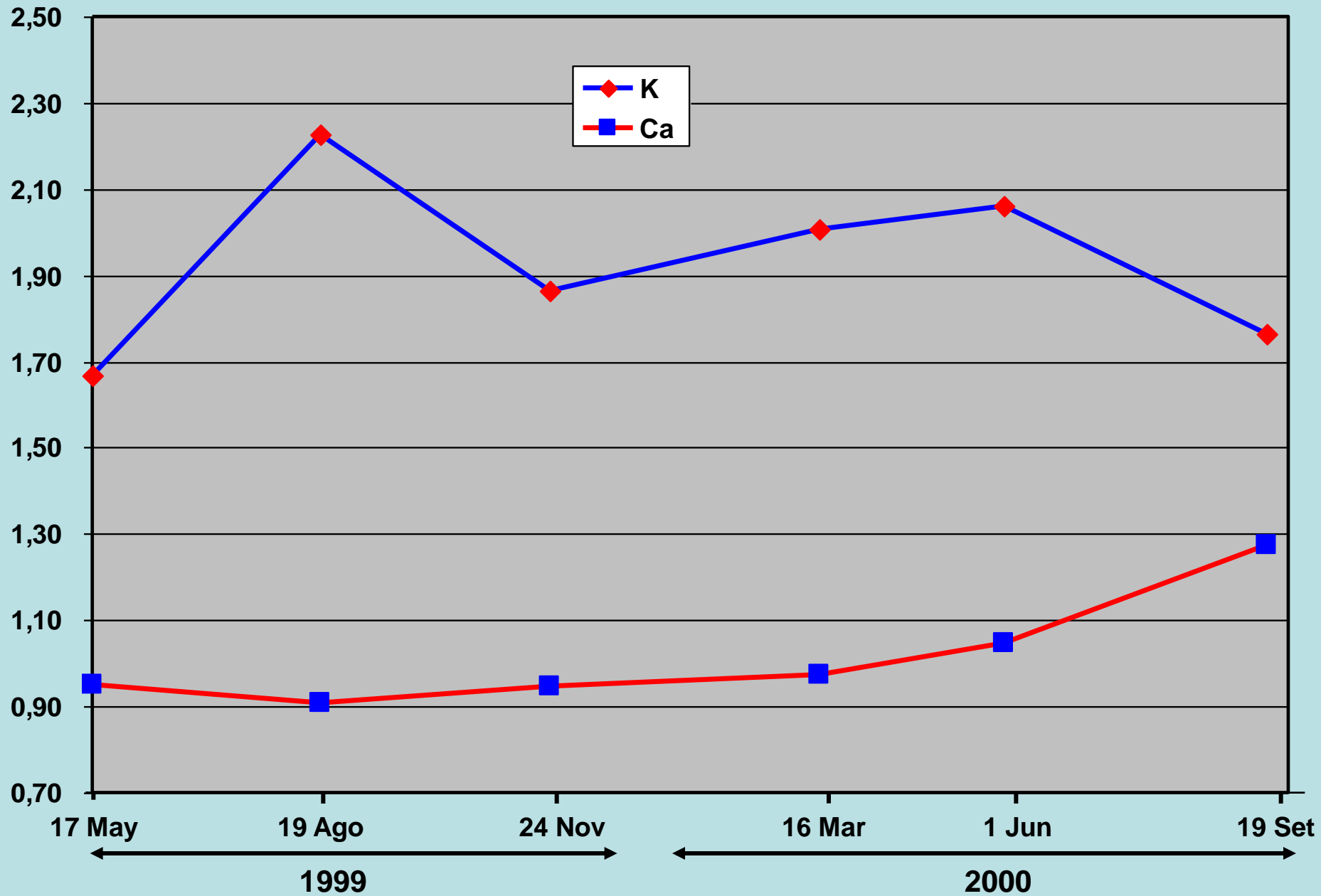
% Potasio y Calcio en hojas, plantas sin abono



% Potasio y Calcio en hojas, plantas abonadas



% Potasio y Calcio en hojas, desfrutadas



Extracción de nutrientes

Producción anual de biomasa y extracción de nutrientes

| | kg/ha | | | | |
|------------|---------|-----|-----|-----|----|
| | Biomasa | K | N | Ca | Mg |
| Sin abono | 6.634 | 115 | 21 | 46 | 12 |
| Abonado | 14.051 | 249 | 108 | 91 | 21 |
| Desfrutado | 13.753 | 228 | 176 | 115 | 23 |

Producción anual de biomasa y extracción de nutrientes

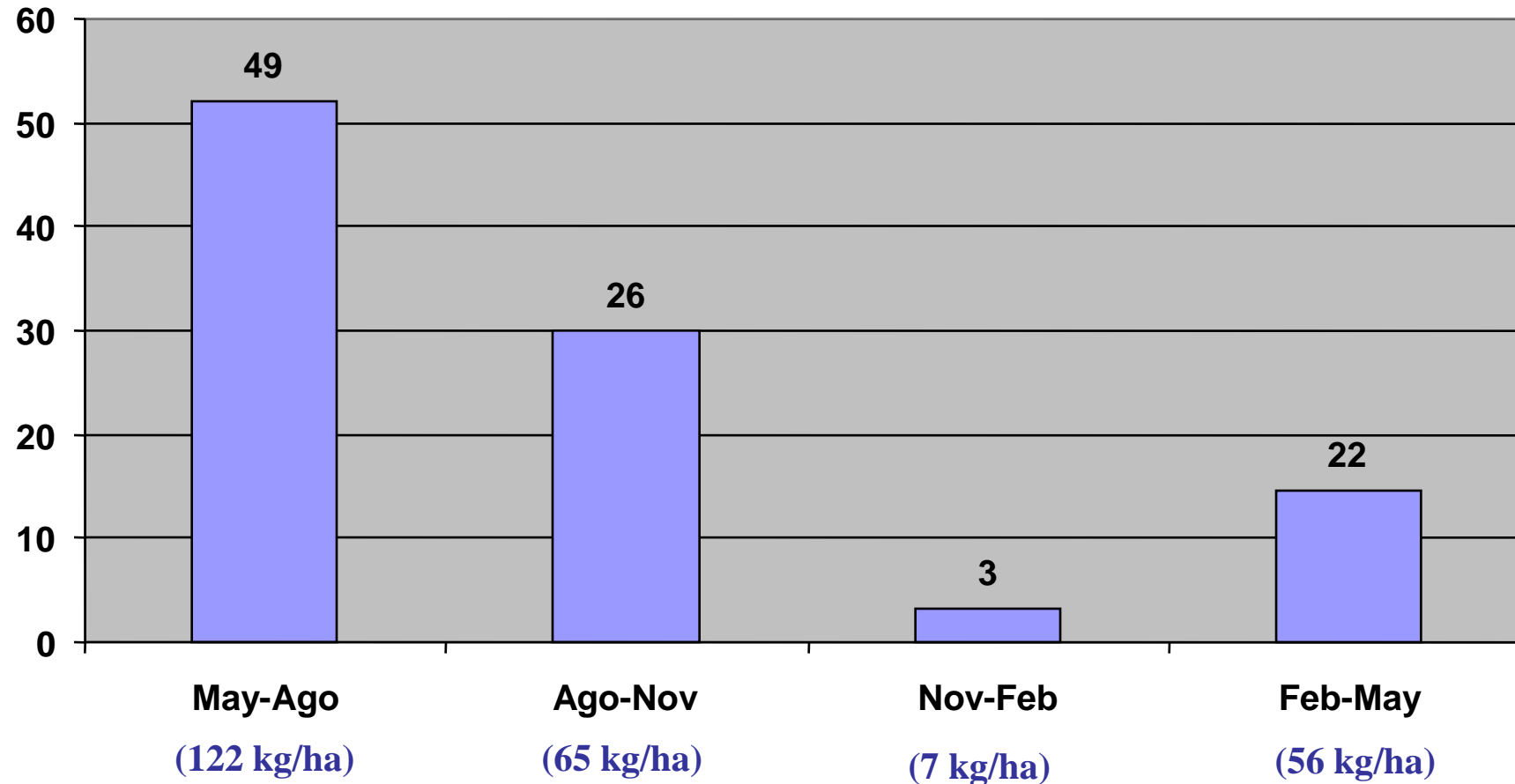
| | Kg/ha | | | | |
|-------------------|---------------|------------|------------|------------|-----------|
| | P.S. | N | K | Ca | Mg |
| Testigo | 14.051 | 117 | 250 | 91 | 17 |
| Desfrutado | 13.753 | 146 | 228 | 115 | 23 |
| Sin Abono | 6.634 | 26 | 115 | 46 | 6 |

Extracción trimestral de nutrientes

| | |
|--------------|---------------------------|
| 1º Trimestre | 15 Mayo – 15 Agosto |
| 2º Trimestre | 15 Agosto – 15 Noviembre |
| 3º Trimestre | 15 Noviembre – 15 Febrero |
| 4º Trimestre | 15 Febrero – 15 Mayo |

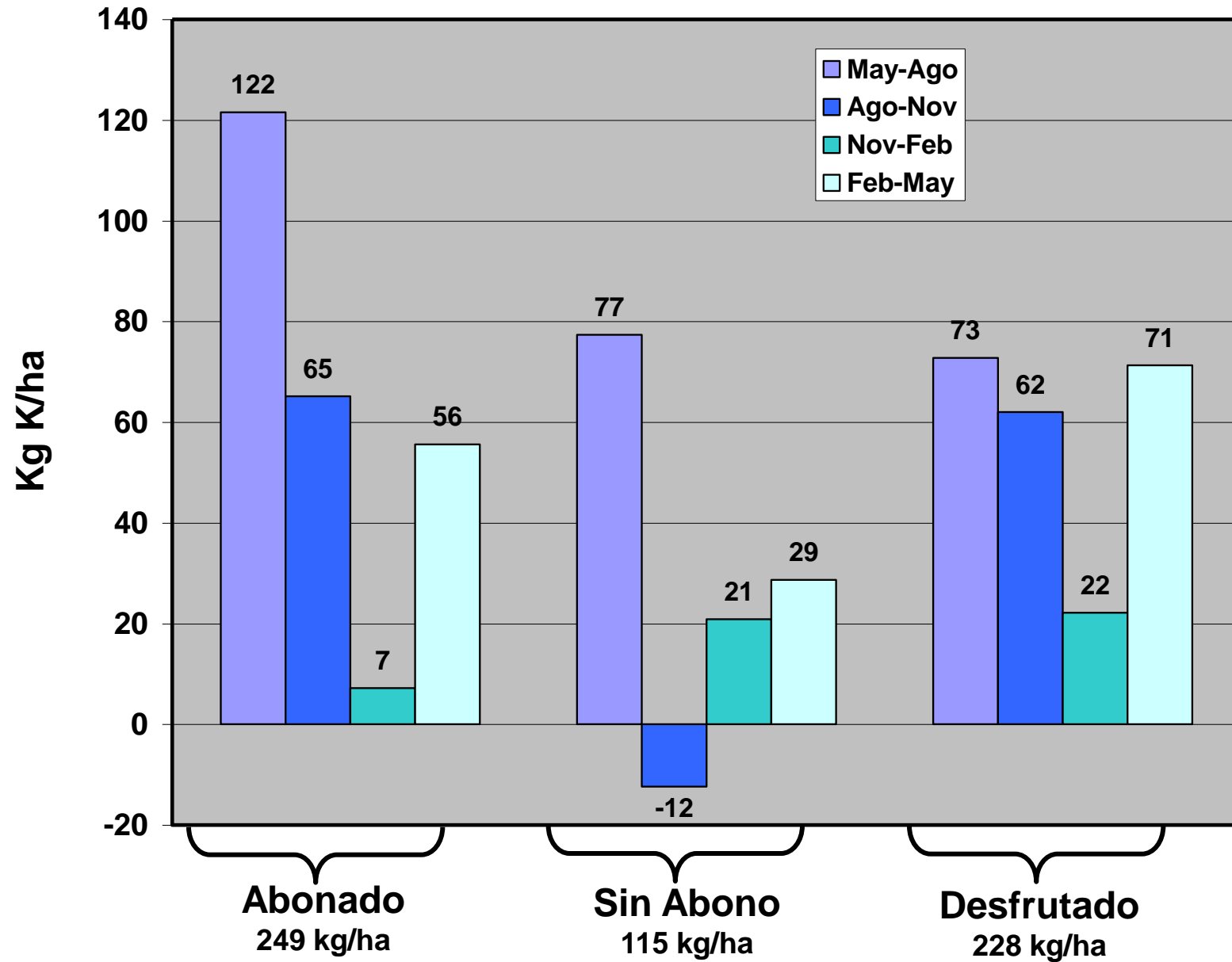
Variación estacional de la extracción de Potasio

Potasio. % de extracción trimestral



Total : 250 kg K / ha

Extracción trimestral de potasio (K)



Evolución de la extracción de potasio (kg/ha) por hojas y frutos

| | | Testigo | Desfruta.. | Sin AB |
|----------------|--------|---------|------------|--------|
| May-Ago | Hojas | 30 | 46 | 8 |
| | Frutos | 78 | 6 | 60 |
| Ago-Nov | Hojas | -14 | 31 | -17 |
| | Frutos | 81 | 8 | 12 |
| Nov-Feb | Hojas | 8 | 14 | 6 |
| | Frutos | -1 | 2 | 13 |
| Feb-May | Hojas | 33 | 19 | 17 |
| | Frutos | 56 | 71 | 0 |

Desfrutado



11/08/99

Testigo

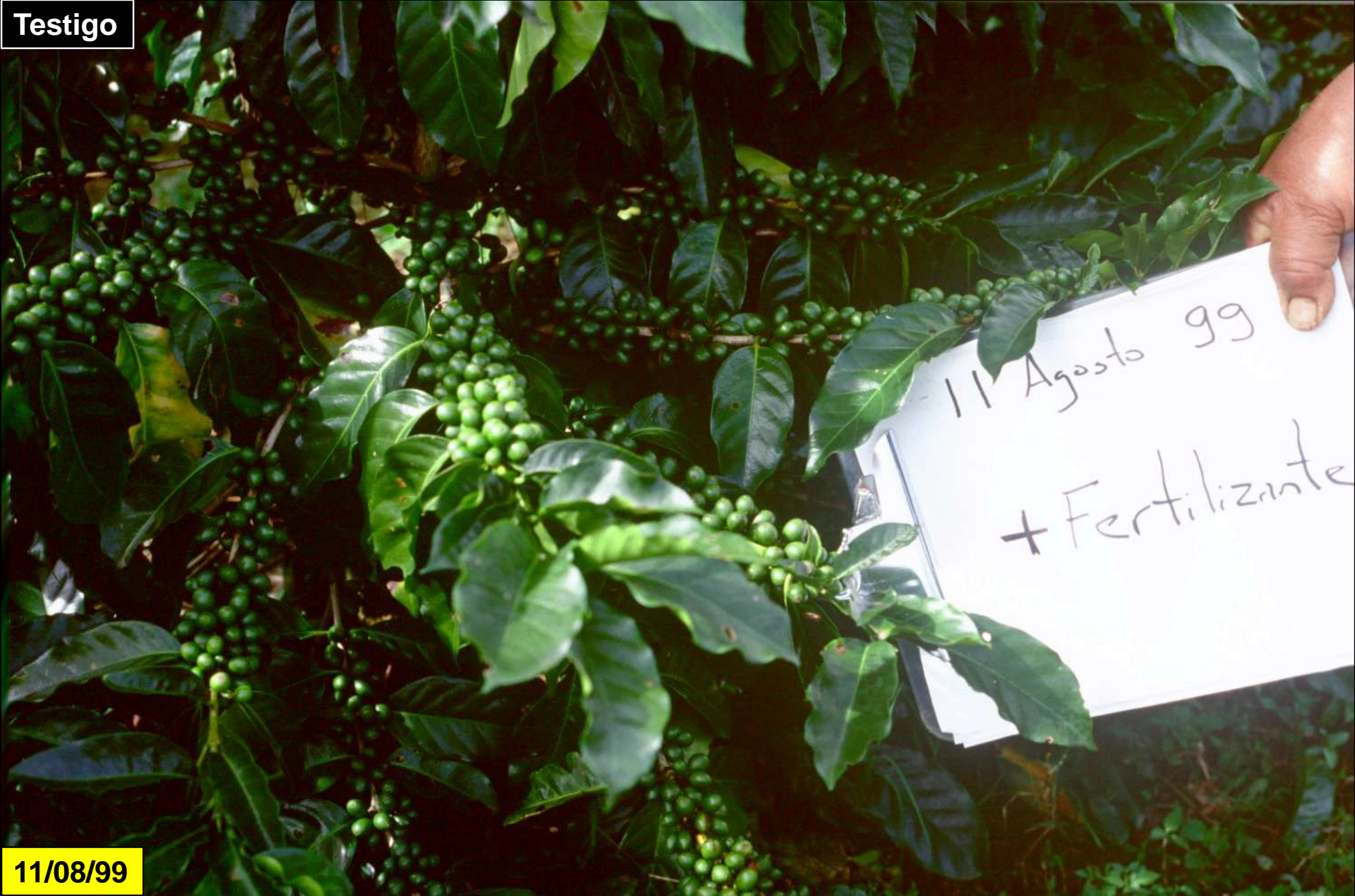


11/08/99

S.A.



Testigo



11/08/99

S.A.

Fertilizante

11/08/99



S.A.



11/08/99

S.A.



Fin Abono
12 Octubre 99

12/10/99

7 Abril, 2004



7 Abril, 2004



Biomasa y Contenido de nutrientes en plantas

| N° | ddi | Fecha | kg/ha | | | | |
|----|-----|-----------|---------|-----|-----|-----|----|
| | | | Biomasa | N | K | Ca | Mg |
| 1 | 0 | 24 Abr 03 | 3,339 | 75 | 74 | 30 | 9 |
| 2 | 62 | 25 Jun 03 | 6,138 | 139 | 118 | 45 | 16 |
| 3 | 112 | 14 Ago 03 | 7,452 | 160 | 138 | 54 | 18 |
| 4 | 154 | 25 Sep 03 | 8,048 | 165 | 178 | 52 | 17 |
| 5 | 216 | 26 Nov 03 | 9,577 | 193 | 177 | 55 | 19 |
| 6 | 314 | 9 Mar 04 | 8,371 | 162 | 142 | 66 | 17 |
| 7 | 424 | 21 Jun 04 | 11,678 | 219 | 208 | 75 | 23 |
| 8 | 532 | 7 Oct 04 | 19,482 | 361 | 383 | 115 | 30 |
| 9 | 613 | 20 Dic 04 | 22,220 | 326 | 360 | 116 | 34 |
| 10 | 728 | 14 Abr 05 | 8,490 | 98 | 103 | 62 | 14 |

Producción de biomasa y extracción de nutrientes en primer y segundo año de evaluación

| Órgano | Kg/ha | | | | |
|--------------|---------------|------------|------------|-----------|-----------|
| | Biomasa | N | K | Ca | Mg |
| Hojas | 3872 | 96 | 75 | 41 | 11 |
| Bandolas | 2043 | 29 | 23 | 12 | 3 |
| Fruto | 2852 | 45 | 64 | 4 | 2 |
| Tallo | 1597 | 16 | 12 | 9 | 1 |
| Total | 10,364 | 185 | 175 | 65 | 17 |
| Hojas | 2379 | 37 | 30 | 43 | 11 |
| Bandolas | 359 | -9 | -4 | 5 | 0 |
| Fruto | 9891 | 147 | 193 | 21 | 11 |
| Tallo | 1141 | -5 | 1 | 2 | 1 |
| Total | 13,771 | 170 | 221 | 70 | 23 |

**Primer
año**

**Segundo
año**

| Variedad/año | Órgano | kg/ha/año | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|------------|------------|------------|-----------|
| | | Producción Biomasa | N | K | Ca | Mg |
| A Costa Rica 95/ 1998-1999 | Hojas | 5.004 | 118,6 | 107,9 | 74,8 | 18,2 |
| | Bandolas | 2.317 | 26,7 | 26,2 | 31,5 | 5,7 |
| | Fruto | 4.457 | 64,3 | 98,1 | 11,6 | 5,5 |
| | Tallo-Raíz | 5.967 | 32,1 | 23,8 | 23,3 | 4,6 |
| | Total | 17.741 | 242 | 256 | 141 | 34 |
| B <u>Catuaí</u> / 1998-1999 | Hojas | 3.454 | 80,3 | 82,1 | 42,5 | 7,6 |
| | Bandolas | 891 | 11,4 | 11,8 | 13,3 | 1,6 |
| | Fruto | 3.799 | 56,9 | 82,9 | 9,9 | 4,4 |
| | Tallo-Raíz | 4.507 | 25,7 | 38,9 | 20,9 | 4,5 |
| | Total | 12.651 | 174 | 216 | 86 | 18 |
| C Costa Rica 95/ 2003-2004 | Hojas | 3.872 | 96 | 75 | 41 | 11 |
| | Bandolas | 2.043 | 29 | 23 | 12 | 3 |
| | Fruto | 2.852 | 45 | 64 | 4 | 2 |
| | Tallo | 1.597 | 16 | 12 | 9 | 1 |
| | Total | 10.364 | 185 | 175 | 65 | 17 |
| D Costa Rica 95/ 2004-2005 | Hojas | 2.379 | 37 | 30 | 43 | 11 |
| | Bandolas | 359 | -9 | -4 | 5 | 0 |
| | Fruto | 9.891 | 147 | 193 | 21 | 11 |
| | Tallo | 1.141 | -5 | 1 | 2 | 1 |
| | Total | 13.771 | 170 | 221 | 70 | 23 |
| E <u>Catuaí</u> / 2003-2004 | Hojas | 5.491 | 110 | 80 | 91 | 18 |
| | Bandolas | 1.403 | 15 | 17 | 7 | 0 |
| | Fruto | 11.563 | 192 | 280 | 14 | 11 |
| | Tallo-Raíz | 2.668 | 23 | 8 | 10 | 2 |
| | Total | 21.125 | 340 | 384 | 121 | 30 |

H1 Centroamericano

Elemento Comercial

| Edad | Kg/ha | | | | | Fanegas/Ha |
|----------|-------|------|-------|-------|------|------------|
| | N | P205 | K20 | CaO | MgO | |
| 39 meses | 311,0 | 21,3 | 364,3 | 176,8 | 34,5 | 61,1 |
| 51 meses | 208,5 | 27,1 | 338,8 | 91,0 | 34,5 | 86,8 |

Contenido de nutrientes en plantas

| Fecha | Kg/ha | | | |
|-----------------|-------|-----|-----|----|
| | N | K | Ca | Mg |
| 13 Mayo 03 | 255 | 173 | 123 | 35 |
| 10 Julio 03 | 275 | 228 | 102 | 36 |
| 29 Agosto 03 | 307 | 298 | 120 | 38 |
| 22 Octubre 03 | 364 | 410 | 155 | 43 |
| 10 Diciembre 03 | 415 | 440 | 143 | 40 |
| 16 Marzo 04 | 172 | 106 | 50 | 23 |
| 25 Junio 04 | 256 | 199 | 90 | 27 |

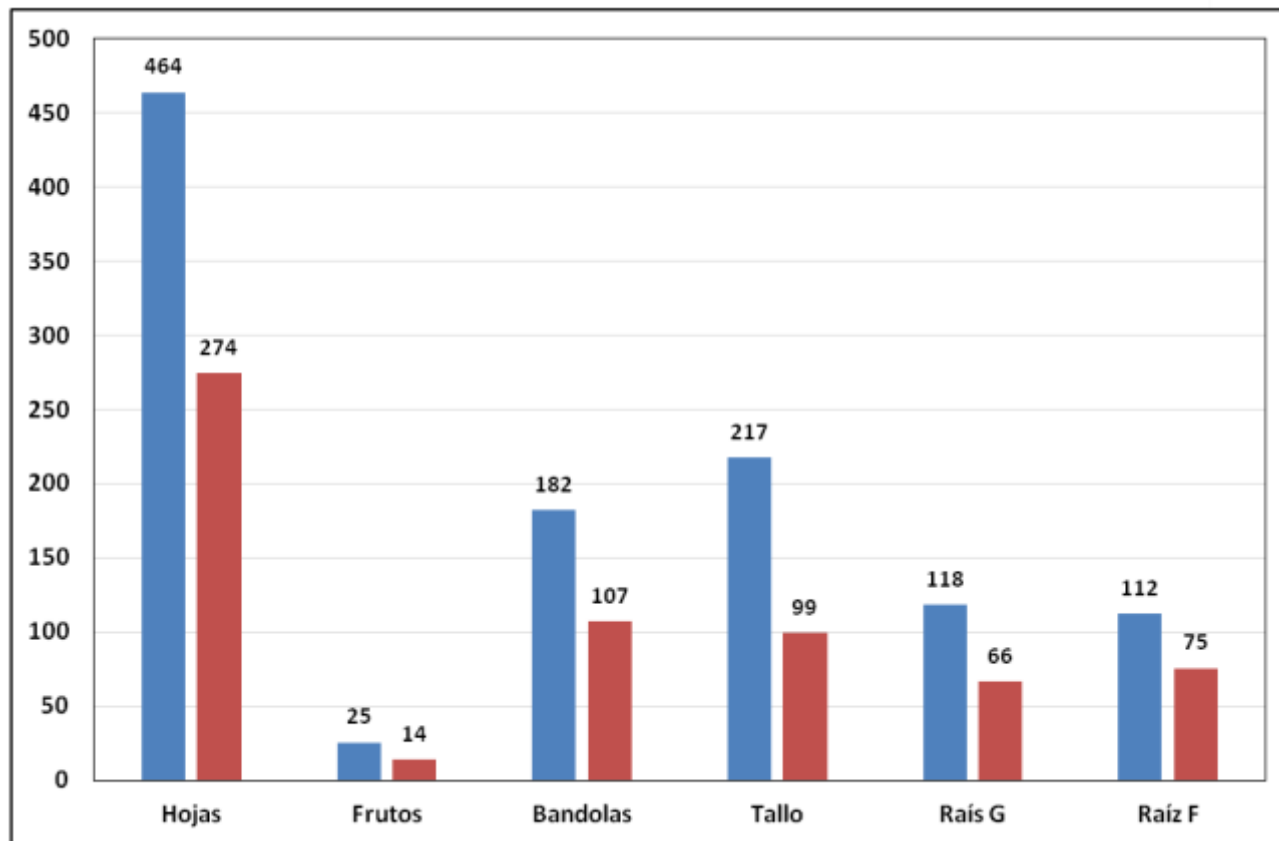


Plantas 1 año 2013

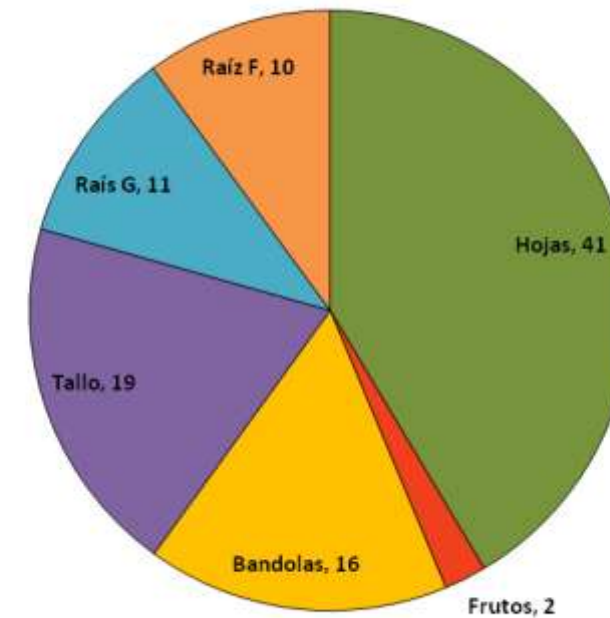
17 Octubre

■ Catuaí

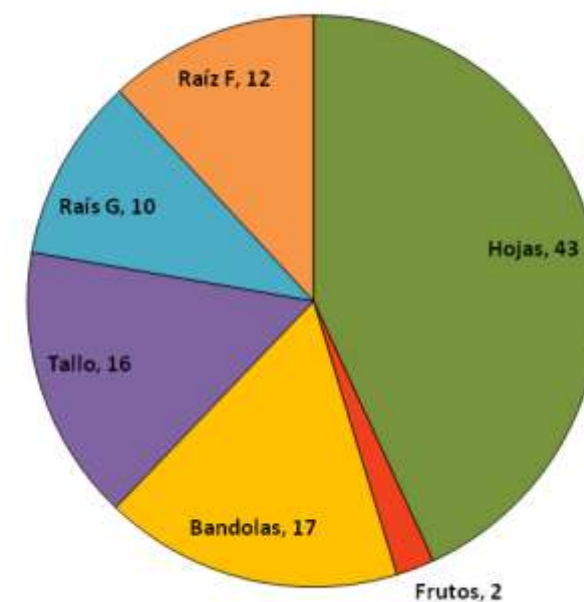
■ F1



Catuaí



F1



| Material | RF/H | RF/F | H/F |
|----------|-------|-------|--------|
| Catuaí | 0.116 | 2.276 | 19.586 |
| F1 | 0.118 | 2.235 | 19.012 |
| % | 101 | 98 | 97 |

Catuaí, Raíz Fina



114 g



128 g



96 g

Híbrido F1, Raíz Fina

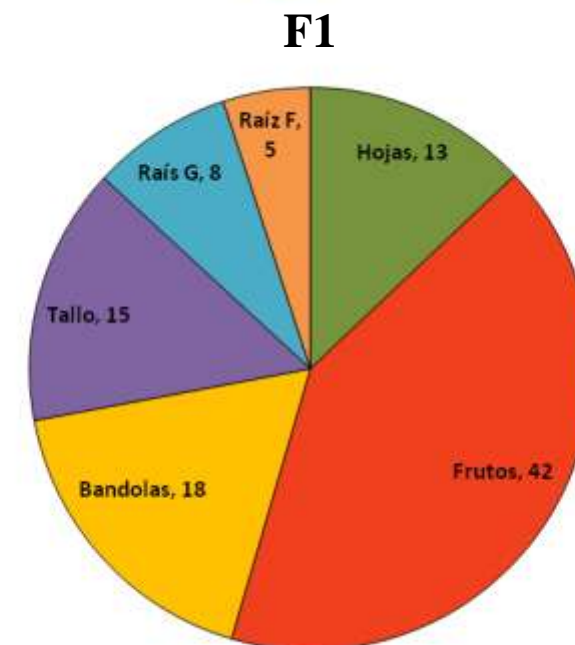
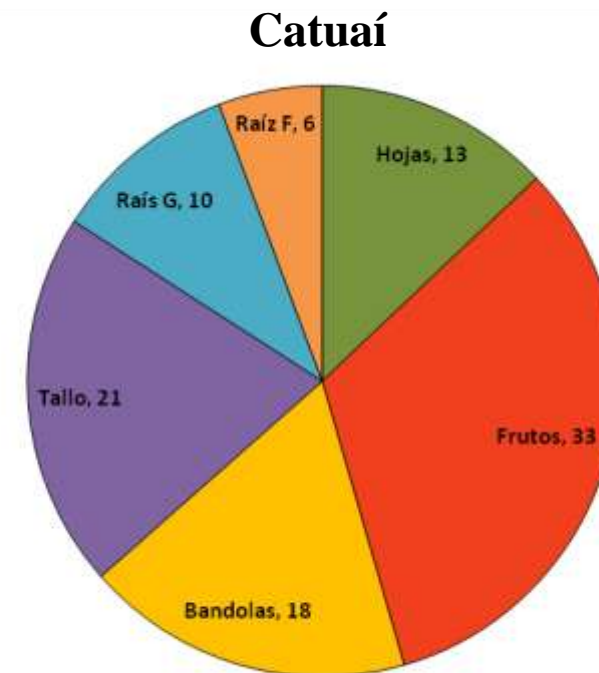
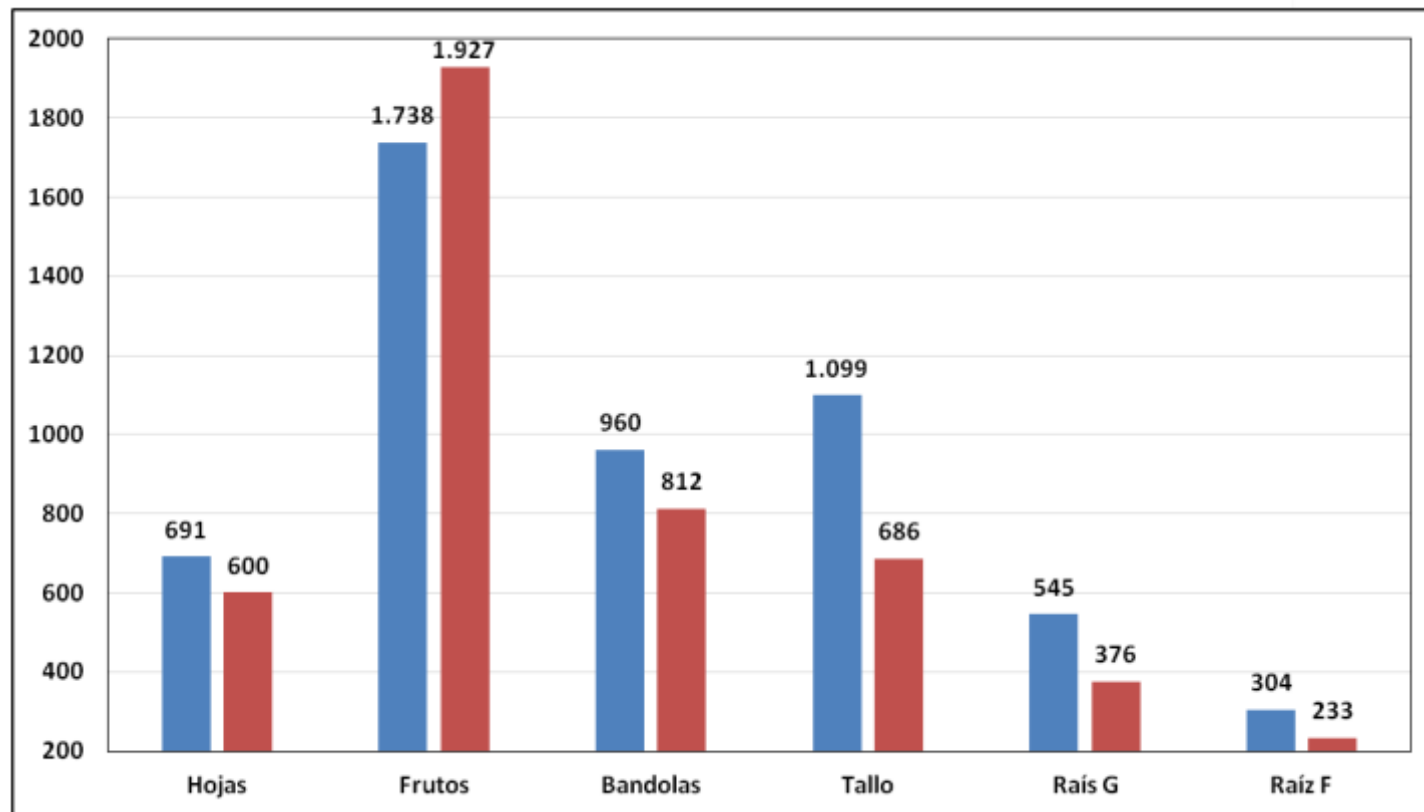




Sexta Extracción 2015

2 Diciembre

■ Catuaí
■ F1



| Material | RF/H | RF/F | H/F |
|----------|-------|-------|-------|
| Catuaí | 0.276 | 0.113 | 0.410 |
| F1 | 0.206 | 0.058 | 0.281 |

% 75 51 68



3er Año Diciembre 2015

F1

