



## 巴西蕉的营养特性及钾镁肥配施技术研究

姚丽贤 周修冲 李国良 彭志平

(广东省农科院土壤肥料研究所, 广东广州 510640)

### **Study on the Nutritional Characteristics of Baxi Banana**

**(Musa AAA Cavendish cv. Baxi)**

### **and Application Technique of Potassium and Magnesium Fertilizer**

Yao Lixian, Zhou Xiuchong, Li Guoliang, Peng Zhiping

(Soil and Fertilizer Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, 510640)

**ABSTRACT:** It is important to study the combined application of potassium and magnesium fertilizer in banana fertilization. This paper investigated the nutritional characteristics of Baxi banana (*Musa AAA Cavendish cv. Baxi*) and effect of combined application of potassium and magnesium fertilizer on its growth. Results from field trials indicated that stem and leaf were the main parts for nutrient accumulation. During its growing period, there was great variation of Mg/K ratio in leaves. Banana required 275.3 kg N, 24.6 kg P, 900.0 kg K, 151.2 kg Ca, 73.2 kg Mg, 23.9 kg S, 2091.7 g Fe, 2910.6 g Mn, 228.6 g B and 435.6 g Zn when the yield was as high as 60t/ha. When soil magnesium was sufficient and the ratio Mg/K was 6.87, application of magnesium fertilizer had no effect on growth, yield and quality of banana when large amount of potassium was applied.

**Keywords:** Baxi banana, nutritional characteristic, potassium fertilizer, magnesium fertilizer, Mg/K ratio

**摘要:** 钾、镁肥配施是香蕉施肥中重要的研究方向。本文研究了巴西蕉(*Musa AAA Cavendish*)

cv. Baxi)的营养特性及钾镁肥配施对其生长的影响。田间试验结果表明：假茎与叶片是养分累积的最主要部位；在整个生育期，叶片Mg/K比波动最大；为获得 60t/hm<sup>2</sup>的高产，巴西蕉需要吸收N 275.3 kg、P 24.6 kg、K 900.0 kg、Ca 151.2 kg、Mg 73.2 kg、S 23.9 kg、Fe 2091.7 g、Mn 2910.6 g、B 228.6 g和Zn 435.6 g；在土壤镁素丰富及Mg/K比为 6.87 条件下，香蕉在大量施钾的同时配施镁肥对巴西蕉的叶片营养、植株长势、蕉果农艺性状、品质及产量均没有明显影响，因此，可以不必配施镁肥。

关键词：巴西蕉；营养特性；钾肥；镁肥；镁钾比

近年来，巴西蕉逐渐成为国内最主要的栽培品种。巴西蕉是 20 世纪 80 年代引入品种，属高把香芽蕉，果穗较长，梳形果形较好，是很受欢迎的春夏蕉品种。然而，虽然巴西蕉已经在国内广泛种植，但对它的营养特性尚没有进行过研究。香蕉是典型的喜钾作物，由于作物对钾、镁营养的吸收存在拮抗作用。因此，在香蕉生产上，土壤保持钾、镁养分的均衡非常重要。Lahav和Turner调查了大多数香蕉土壤中的Mg/K比，发现当其中一种阳离子浓度提高时会对另一种阳离子的吸收产生抑制作用<sup>[1]</sup>。Stover和Simonds认为<sup>[2]</sup>，香蕉果园土壤Mg/K比为 3.3 是较好的均衡状态，这和Turner等（1988）估算出的 3.6 接近<sup>[3]</sup>。然而，López和Solís在哥斯达黎加发现香蕉果园土壤的镁含量为 5.60 cmol (+)/L(即 134.4 mg/L)，且土壤Mg/K比为 6.26 时，香蕉仍会出现缺镁症状<sup>[4]</sup>。因此，钾、镁肥配施成为香蕉平衡施肥技术中的重要研究方向。López（1983）提出香蕉土壤的Mg/K比应保持在 8.5~15.0 为宜（以上Mg/K比均以摩尔浓度比率计）<sup>[5]</sup>。

然而，根据我们的初步研究<sup>[6]</sup>，在土壤镁素丰富的情况下，即使土壤Mg/K比低至 2.21，香蕉施镁无效。因此，对巴西蕉的养分需求特性及钾镁肥配施的必要性进行了深入研究，为香蕉施镁提供更为科学全面的依据。

## 1 材料与方法

试验于 2002 年 9 月-2003 年 10 月年在广东省中山市三角镇进行。试验土壤为水稻土，前作为水稻，质地为粘壤土，土壤基本性状经中-加实验室分析为：土壤 pH 5.75，有机质含量 10.5 g/kg，速效 N 13.2、P 6.8、K 74.7、Ca 2452.1、Mg 319.1、S 54.7、B 0.2、Fe 85.95、Mn 48.25、Zn 2.1 mg/L，土壤肥力中等。

试验设 7 个处理，分别为：1、NK<sub>1</sub>；2、NK<sub>1</sub>Mg<sub>1</sub>；3、NK<sub>1</sub>Mg<sub>2</sub>；4、NK<sub>2</sub>；5、NK<sub>2</sub>Mg<sub>1</sub>；

6、NK<sub>2</sub>Mg<sub>2</sub>；7、NK<sub>2</sub>Mg<sub>3</sub>。每个处理重复 3 次，随机区组排列。小区面积为 55.4m<sup>2</sup>，每个小区种 12 株香蕉。香蕉氮肥用量为 N 1329 kg/hm<sup>2</sup>，钾肥分别为 K<sub>2</sub>O 1357.5、1672.5 kg/hm<sup>2</sup>，镁肥分别为 Mg 90、112.5、135 kg/hm<sup>2</sup>。所有处理均施用等量磷肥 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 728.55 kg/hm<sup>2</sup>。试验用肥有尿素、磷二铵、氯化钾、碳酸镁。

供试品种为巴西蕉，在 2002 年 8 月 1 日种植（密度为 2160 株/hm<sup>2</sup>），在 2003 年 9 月 - 10 月收获。在香蕉生长期，在试验田块内选择生长中等的 64 株香蕉，分别在营养生长期、花芽分化期、抽蕾期、果实膨大初期、果实膨大后期及成熟期采集香蕉倒数第三叶片样本进行养分含量分析。在香蕉成熟期，分别挖取生长中等 8 株香蕉的地上部及球茎，分别测定球茎、假茎、叶柄、叶片、果轴、果皮、果肉各部分的养分含量；同时，进行香蕉农艺性状调查及品质分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 巴西蕉的营养特性

#### 2.1.1 叶片养分变化动态

国际上通常用香蕉叶片养分变化来诊断其营养状况。不同生育期巴西蕉叶片养分变化趋势见图 1。巴西蕉叶片 N 在营养生长期含量较为稳定，在花芽分化期至抽蕾期间（即孕蕾期）含量急剧下降，在抽蕾后下降趋势减缓。

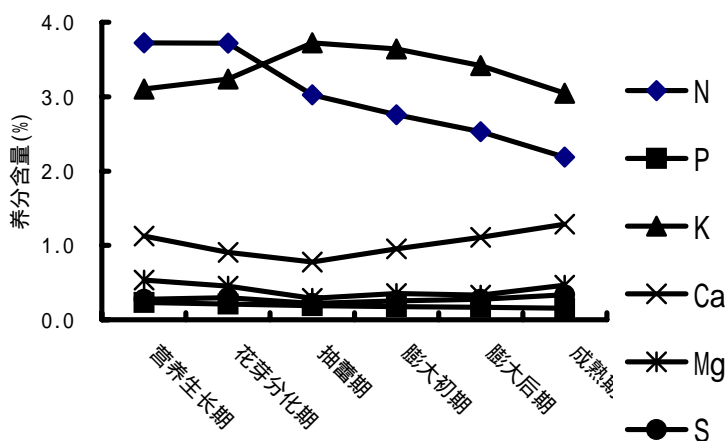


图1 不同生育期巴西蕉叶片养分含量变化

抽蕾后下降趋势减缓。

叶片 K 在营养生长期就保持上升趋势，在花芽分化期至抽蕾期水平显著提高，与叶片 N 有一个交叉点，抽蕾后逐渐降低。在整个生育期，叶片 N、K 含量明显高于其它元素，并表现出

明显的消长关系，而两者在孕蕾期有交叉点，表明孕蕾期是巴西蕉营养的关键期。

叶片 Ca、Mg 在整个生育期的变化非常相似，在营养生长期含量逐渐降低，在抽蕾期降至最低，然后有所上升，与叶片 K 的变化趋势大致相反，显示叶片 K 与 Ca、Mg 之间存

在拮抗作用，Ca 与 Mg 之间则有协同的关系。叶片 S 在整个生育期变化不大，在成熟期稍有提高，叶片 P 则一直稳定在较低水平。

对叶片养分含量比例进一步分析（图 2），叶片 K/Mg 比在整个生育期的波动最大，叶

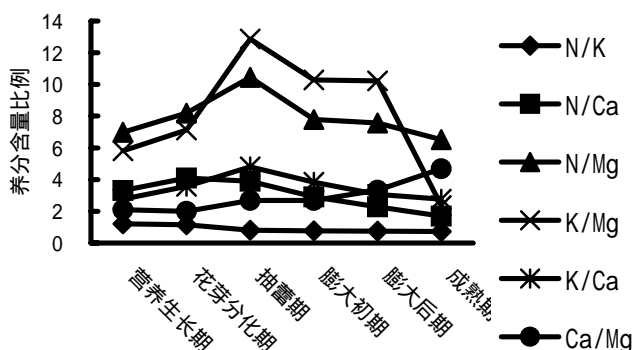


图2 不同生育期巴西蕉叶片主要养分比例变化

片 N/Mg 比次之。在整个生育期，叶片 Mg 虽然含量不高，然而，因为香蕉为喜钾作物，香蕉正常的生长发育需要大量的钾素，施钾的同时必须考虑到钾镁营养的平衡，因此，香蕉的钾镁营养成为香蕉施肥的研究重点。叶片 K/Ca 比变化趋势与 N/Mg 接近，

叶片 Ca/Mg 比在整个生育期呈上升趋势，叶片 N/Ca 比在营养生长期逐渐上升，到花芽分化期达到最高后逐渐下降，叶片 N/K 比则较平缓，随香蕉的生长发育有所下降。

### 2.1.2 养分的吸收与累积

香蕉成熟期的植株分析结果见表 1。从整体来看，香蕉植株的养分吸收量为  $K > N > Ca > Mg > P > S$ ，N、P、K、Ca、Mg、S 的吸收比例为 1:0.09:3.27:0.55:0.27:0.09。从各主要养分在香蕉植株各部位的累积情况看（图 3），N 主要集中在果肉、叶片及假茎中；P 在果肉、果皮和叶片中含量较高；超过 1/3 的 K 累积在假茎中，其它部位 K 吸收量差别不大；Ca 主要分布在假茎、叶柄及叶片中；Mg 则在假茎、叶片、球茎及叶柄中含量较高；大部分的 S 积累在叶片和果肉中。因此，假茎与叶片是香蕉养分最主要的累积器官。在香蕉成熟期，收获果穗（果肉、果皮及果轴）带走的养分占全株 N 的 38.6%、P 54.8% K 33.4%，Ca 8.0%、Mg 17.8% 和 S 31.5%，其余大部分养分留在残株上。因此，在香蕉生产上，收获香蕉后，只要是健康的残株都应保留或砍下就地还田，可以明显减少吸芽蕉的施肥量，降低生产成本。

表 1 单株巴西蕉各部位养分吸收量

部位	N (g)	P (g)	K (g)	Ca (g)	Mg (g)	S (g)	Fe (mg)	Mn (mg)	B (mg)	Zn (mg)
叶片	31.4	2.2	43.3	18.6	6.8	4.9	22.7	611.5	24.3	12.5
叶柄	10.5	0.9	51.4	20.8	5.3	0.9	38.5	235.6	13.9	6.3
果肉	35.3	3.4	52.5	1.9	4.5	2.0	nd	126.8	20.7	21.5
果皮	12.0	2.3	56.9	2.7	1.3	0.9	19.1	69.6	16.9	17.6
果轴	2.5	0.6	30.8	1.1	0.3	0.6	1.5	28.2	3.2	3.9
假茎	26.5	1.5	144.2	21.8	10.8	1.3	154.2	177.1	21.7	96.4
球茎	10.5	0.5	40.8	3.7	5.4	0.4	739.9	109.3	6.2	45.1
合计	128.6	11.5	419.9	70.6	34.2	11.1	976.0	1358.2	106.8	203.3

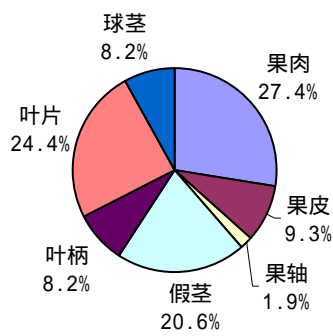


图 3a 氮素在香蕉各部位的分布

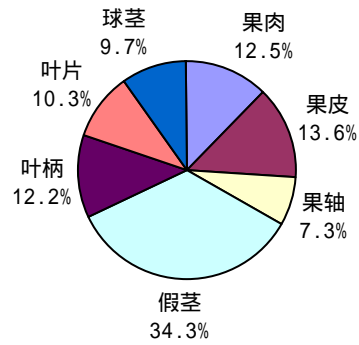


图 3b 钾素在香蕉各部位的分布

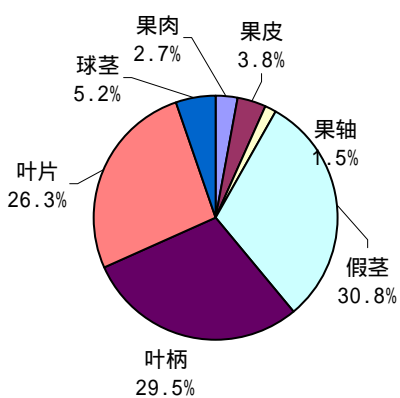


图 3c 钙素在香蕉各部位的分布

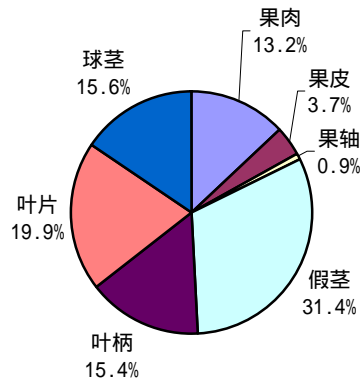


图 3d 镁素在香蕉各部位的分布

对于微量元素，香蕉吸收养分量为  $Mn > Fe > Zn > B$ 。Fe 主要集中在假茎和球茎，Mn 主要分布在叶片、叶柄、假茎和果肉中，B 在叶片、假茎、果肉和果皮中含量较高，Zn 则集中在假茎和球茎中。收获果穗带走的 Fe 占全株总吸 Fe 量 2.1%，Mn 占 16.5%，B、Zn 分别占 38.2% 和 21.2%。

在本试验条件下，香蕉平均株产为 28 kg，为达到  $60 t/hm^2$  的高产，需要吸收的总养分量为 N 275.3 kg、P 24.6 kg、K 900.0 kg、Ca 151.2 kg、Mg 73.2 kg、S 23.9 kg、Fe 2091.7 g、Mn 2910.6 g、B 228.6 g 和 Zn 435.6 g，平均产生每 t 果实需要吸收 N 4.59 kg、P 0.41 kg、K 15.0 kg、Ca 2.52 kg、Mg 1.22 kg、S 0.40 kg、Fe 34.86 g、Mn 48.51 g、B 3.81 g 和 Zn 7.26 g。

## 2.2 钾镁肥配施对巴西蕉叶片营养的影响

表 2 为不同施肥处理巴西蕉在不同生育期的叶片养分含量。从表中看出，不同处理叶片 N 在营养生长期、花芽分化期及果实膨大后期都有一定的差异，但没有表现出明显的规律性，叶片 P、K、Ca、Mg、S 在这三个时期均差异不大。

另外，抽蕾期不同处理叶片 K 与 Ca、果实膨大初期的叶片 K、Mg 含量的差异具有统计学意义，但同样没有表现出明显的规律性。这表明本试验钾镁肥用量水平对香蕉叶片营养状况没有明显影响。

表 2 不同处理的巴西蕉叶片养分含量 (烘干样, %)

生育期	处 理	N	P	K	Ca	Mg	S
营养 生长期	NK <sub>1</sub>	3.71 ab	0.23	2.99	1.07	0.54	0.27
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	3.75 ab	0.23	3.13	1.11	0.58	0.29
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub>	3.82 a	0.23	3.17	1.17	0.62	0.28
	NK <sub>2</sub>	3.62 b	0.23	3.18	1.07	0.52	0.26
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	3.69 ab	0.23	3.06	1.11	0.51	0.26
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub>	3.78 a	0.25	3.20	1.13	0.50	0.30
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	3.74 ab	0.24	3.11	1.15	0.50	0.28
花芽 分化期	NK <sub>1</sub>	3.76 abc	0.22	3.13	0.89	0.48	0.30
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	3.74 abc	0.22	3.26	0.91	0.46	0.31
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub>	3.83 a	0.21	3.27	0.96	0.47	0.31
	NK <sub>2</sub>	3.80 ab	0.21	3.23	0.84	0.41	0.30
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	3.61 c	0.20	3.26	0.84	0.44	0.30
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub>	3.65 bc	0.22	3.30	0.92	0.43	0.28
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	3.76 abc	0.21	3.31	0.95	0.46	0.28
抽蕾期	NK <sub>1</sub>	3.04	0.186	3.69 ab	0.72 b	0.25	0.22
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	3.03	0.189	3.60 ab	0.82 ab	0.32	0.23
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub>	3.06	0.187	3.51 b	0.77 ab	0.33	0.22
	NK <sub>2</sub>	3.07	0.193	3.87 a	0.79 ab	0.25	0.22
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	2.98	0.190	3.78 ab	0.70 b	0.29	0.20
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub>	2.97	0.188	3.87 a	0.70 b	0.34	0.22
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	3.02	0.181	3.74 ab	0.97 a	0.25	0.23
果实 膨大初期	NK <sub>1</sub>	2.83	0.182	3.63 ab	0.89	0.28 b	0.26
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	2.75	0.177	3.69 ab	0.98	0.44 a	0.25
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub>	2.72	0.174	3.69 ab	1.0	0.39 ab	0.24
	NK <sub>2</sub>	2.78	0.178	3.77 a	0.95	0.28 b	0.26
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	2.75	0.169	3.48 b	0.95	0.35 ab	0.27
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub>	2.76	0.166	3.53 ab	0.95	0.41 ab	0.25
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	2.75	0.175	3.69 ab	0.99	0.35 ab	0.25
果实 膨大后期	NK <sub>1</sub>	2.66 a	0.173	3.46	1.09	0.36	0.26
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	2.48 ab	0.166	3.38	1.10	0.30	0.27
	NK <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub>	2.50 ab	0.177	3.43	1.20	0.34	0.31
	NK <sub>2</sub>	2.54 ab	0.173	3.46	1.11	0.31	0.30
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	2.46 ab	0.173	3.52	1.15	0.33	0.28
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub>	2.45 b	0.170	3.47	1.0	0.30	0.30
	NK <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	2.52 ab	0.165	3.35	1.05	0.30	0.26

### 2.3 钾镁肥配施对植株长势的影响

在香蕉的主要生长时期对植株长势进行了调查 (表 3), 结果表明: 不同肥料配施处理

香蕉在整个生育期的株高、茎围、青叶片数及抽蕾率均没有明显差别，钾镁肥水平对香蕉长势影响不大。



#### 2.4 钾镁肥配施对蕉果农艺性状的影响

香蕉果实农艺性状调查结果显示(表4): 除 $NK_1Mg_1$ 处理的蕉果较粗较长、指形较好外, 其它处理的农艺性状没有表现出明显的规律。处理 $NK_2Mg_1$ 的指数、单果重及梳重明显低于其它处理的, 因为处理 $NK_2Mg_1$ 香蕉成熟相对较早, 在采集果穗样本时只剩下生长相对较差的果穗, 对调查结果有一定影响。

表4 不同处理蕉果的农艺性状

处 理	果指长(cm)	果指围(cm)	果指数(个/梳)	单果重(g)	果梳重(g)
$NK_1$	27.6	12.1	22.5	178	4005
$NK_1Mg_1$	28.8	12.9	20.5	195	3997
$NK_1Mg_2$	27.3	11.8	23.0	170	3910
$NK_2$	26.4	11.8	19.5	164	3198
$NK_2Mg_1$	26.5	12.0	25	168	4200
$NK_2Mg_2$	26.3	12.1	20.5	176	3608
$NK_2Mg_3$	27.6	12.4	20	195	3900

#### 2.5 钾镁肥配施对香蕉品质的影响

成熟期蕉果品质测定结果(表5)表明,在不同施钾水平下配施不同用量镁肥,对香蕉果实固形物、可溶糖及维生素C含量基本没有明显影响。

表5 不同处理果实品质比较

处 理	固形物(%)	可溶糖(%)	Vc(mg/100g)
NK <sub>1</sub>	18.8	15.59	2.90
NK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	18.8	15.91	2.33
NK <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub>	19.5	16.53	2.53
NK <sub>2</sub>	18.9	16.05	2.85
NK <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	18.3	15.33	2.62
NK <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub>	18.8	15.33	2.64
NK <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	18.2	15.77	3.39

## 2.6 钾镁肥配施对香蕉产量及效益的影响

对不同施肥处理香蕉产量进行比较(表6),结果显示:在施用K<sub>2</sub>O1357.5 kg/hm<sup>2</sup>的基础上增施钾肥,香蕉产量及种植利润均非常接近;在两个施钾水平下,配施不同用量镁肥对产量基本没有影响。由于配施镁肥提高了肥料成本,除NK<sub>2</sub>Mg<sub>2</sub>处理外,其它配施镁肥处理的种植利润都有所降低。

## 3 讨论

在土壤Mg/K=6.87情况下,在施用钾肥的基础上配施镁肥,对巴西蕉的叶片钾镁营养、植株长势和抽蕾、蕉果农艺性状、品质和产量都没有明显影响。相反,由于增施镁肥提高了肥料成本,种植效益有所下降。另外,根据我们其它的研究结果<sup>[6]</sup>,在土壤镁素(291.6 mg/L)丰富的情况下,尽管土壤Mg/K比仅为2.21,在施钾的同时配施镁肥,香蕉并没有出现预期的增产,相反,配施镁肥使第一代蕉产量显著下降(可能是由施镁量偏高造成的),第二代蕉施镁量降低,产量则与不施镁处理相当。

根据前面巴西蕉的营养特性,从营养生长期直至果实膨大后期,叶片K含量一直保持在叶片Mg含量的数倍以上,香蕉植株在整个生育期吸收的K则为Mg的十数倍。因此,在本试验条件下,即使钾镁之间存在拮抗作用,但配施镁肥对香蕉钾、镁营养基本没有影响,对香蕉的生长也没有产生明显影响。因此,只要土壤镁素丰富,不论土壤Mg/K比高低,种植香蕉即使大量施钾也不必配施镁肥。这为香蕉施镁提供了更为科学全面的依据。

珠江三角洲是广东省重要的香蕉主产区,由于成土母质及海河水影响,土壤镁素含量较高。因此,本研究结果对香蕉施肥具有较普遍的指导意义。

## 参考文献

- [1] Lahav, E. 1992. Fertilización del banano para rendimientos altos. Segunda edición. Boletín No. 7. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Quito, Ecuador. p71
- [2] Stover, R. y N. Simmonds. Bananas. 3<sup>rd</sup> edition. London, Longman, 1987. 468.
- [3] Turner, D., C. Korawis, A. Robson. 1988. Soil analysis and its relationship with leaf analysis and banana yield with special reference to a study at Carnarvon [A], WA. Memoria Primer 9, Seminario-taller sobre Nutrición y Fertilidad en Banano [M]. San José, Costa Rica.
- [4] López, A. y P. Solís. 1992a. Contenidos e interacciones de los nutrientes en tres zonas bananeras de Costa Rica. CORBANA(C.R.) 15 (36):25-32
- [5] López, C. Diagnóstico del estado nutricional de plantaciones [J]. ASBANA 1983, 6(19):13-16 y 18.
- [6] 姚丽贤, 周修冲, 陈婉珍. 高产巴西蕉平衡施肥技术研究[J]. 中国农学通报, 2004, (3): 149 ~ 151, 156