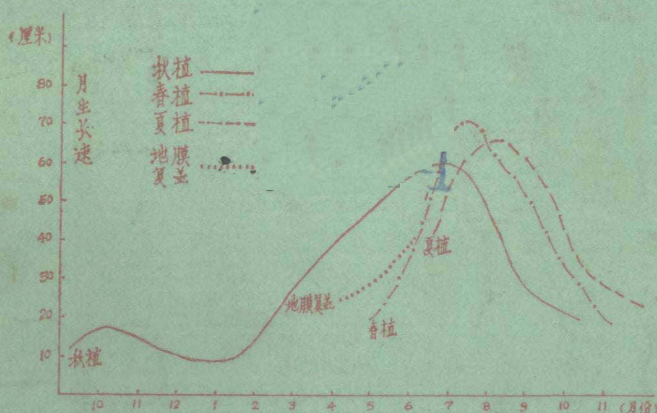


甘蔗生长抛物曲线理论 与高产新技术

邓绍同 著



中国作物学会甘蔗协会
广东省农业厅蔗麻科

1987年 8月

一、前 言

科学是通过探索和实践，找出符合自然规律与经济规律的理论，使认识世界过程中在某一领域得到进一步的深入。掌握甘蔗生长规律，以新的理论指导，运用生态系统和强化栽培技术，发挥甘蔗自身较大生产效能，就能促进现阶段的生产来一次飞跃。

运用甘蔗生长抛物曲线的新理论，我们还新创了新一代新技术：无土育秧、地膜覆盖栽培、优化因土配方施肥、喷施稀土、旱地甘蔗用水耗水贮能保水、虫病、草和倒伏综合防治，甘蔗高产、高糖和蔗田高产值新技术，这些技术都是能够获得甘蔗高产、高糖、少投入能产生高经济效益的。当前，广东省出现数以十万亩旱地甘蔗亩产从2—3吨上升至5吨，和大面积水田甘蔗亩产高达8—10吨（或糖1吨以上）的新面貌。这些理论和技术是使我省能够在“六五”期间提前完成甘蔗生产计划，又是完成“七五”规划的一个有力的保证，它将在“七五”期间继续发挥更大能量。

邓绍同

1987年4月于广东省农业厅

目 录

一、前言	
二、甘蔗生长抛物曲线的理论	(1)
(一) 甘蔗生长速抛物曲线规律	(2)
(二) 甘蔗株(茎)数抛物曲线规律	(3)
三、怎样从甘蔗生产潜力中找寻高产高糖环节	(5)
(一) 光合效能的潜力	(5)
(二) 群体与个体的潜力	(7)
(三) 茎数、一茎重与蔗糖份是构成甘蔗高产与 高糖的三大环节	(8)
四、从形成甘蔗生长条件找规律	(10)
(一) 甘蔗内因	(10)
1. 甘蔗一生	(10)
2. 甘蔗良种种性生理	(10)
3. 蔗叶与根	(12)
(二) 甘蔗生态系统	(12)
1. 自然规律	(12)
(1) 非生物环境——气温、太阳辐射量、日 照、雨量、土壤、水分和二氧化碳	(12)
(2) 生物环境——甘蔗本身与群体、其他有 关农作物	(13)
2. 经济规律	(13)
(三) 甘蔗栽培条件	(17)
1. 增加甘蔗有效茎数	(17)
(1) 促进前期苗数足够或稍多	(17)

(2) 压低分蘖盛期高峰·····	(18)
(3) 保住后期群体结构·····	(18)
2. 增加一茎重·····	(18)
(1) 提早月生长速上升·····	(18)
(2) 促进生长速高峰高而长·····	(18)
(3) 延迟与减慢后期生长速高峰下降·····	(18)
3. 提高甘蔗糖份·····	(19)
五、从甘蔗良种机能、生态系统与强化栽培三方面	
去发挥甘蔗生长抛物曲线规律的更大作用·····	(20)
(一) 甘蔗良种机能·····	(20)
(二) 生态系统·····	(33)
(三) 强化栽培·····	(51)
六、甘蔗生长抛物曲线理论指导新创的高产技术·····	(58)
(一) 甘蔗无土育秧·····	(59)
(二) 地膜覆盖甘蔗栽培·····	(63)
1. 新植蔗地膜覆盖栽培·····	(67)
2. 宿根蔗地膜覆盖栽培·····	(74)
(三) 甘蔗优化因土配方施肥·····	(75)
(四) 甘蔗喷施稀土·····	(89)
(五) 旱地甘蔗充分利用雨水贮能保水·····	(92)
(六) 甘蔗虫、病、杂草和倒伏的生态系统综	
合防治·····	(104)
(七) 甘蔗高产高糖与蔗田高产值新技术·····	(112)
附录(一) 甘蔗无土育秧技术模式·····	(140)
附录(二) 1984年部分国家蔗糖产量·····	(142)
附录(三) 85/86年榨季全国甘蔗糖生产实绩·····	(143)
附录(四) 参考与进一步研究文献题目·····	(144)

二、甘蔗生长抛物曲线的理论

抛物曲线 (Parabola)，原是数学上指一块平面截切圆锥体所形成的曲线，也有人解释为一件物体被抛高抛开，从低的起点不断前进，渐渐进入高峰，又慢慢下降至低点而终止所形成的曲线。

构成甘蔗高产，主要是两个重要因素：一是有效茎数，一是一茎重。我们发现这两个重要因素的生长和发展过程，都是以抛物曲线形式规律出现。

甘蔗生长抛物曲线的理论是——甘蔗生长规律中的生长速、茎数和蔗糖份都是循着两头低中间高的抛物线形而变化，这规律是由于甘蔗内因，外界环境和栽培条件三者形成的。因此，必须运用良种，生态系统（特别是人工生态环境）和强化栽培，沿着生长曲线在某一位置上，特别是高峰和两处低点，采取“促”、“控”（为了促）、“保”、人为强化技术，发挥曲线中高峰的优势，克服劣势，运用生态环境（人工生态），充分提高品种种性在群体和个体的光合效能，使曲线某部提高或延长，使高峰更高更长，使低点提高和缩短，甚至可以用“促”的强化技术把整条抛物线飞离高于原来的抛物线，这样，就能把生产潜力挖掘出来，实现甘蔗高产、高糖、高效益。

我们通过无数生产实践发现，甘蔗总的生长规律是按照这条抛物线发展的——这个生长曲线起点是从长根萌芽，继而分蘖打好株（茎）数生长基础，到了拔节长肉大生长的伸长盛期，月生长速的曲线迅速上升，逐步达到高峰，持续一

个较长的伸长时期。到了后期转入积累糖份，开始成熟，生长曲线逐步下降。生长速、茎数变化和累积糖份也是按这条曲线发展的。一般甘蔗生长曲线在三条曲线上是出现3个高峰的，首先是株数，第二是月生长速，第三是糖份。茎数、茎重和糖份这三条曲线看起来十分简单，但可以揭开甘蔗高产之谜。

多年来在科研和生产上，即使做了很多试验，如进行植期改革，从迟春植改为秋、冬植，育秧移栽，增施壮尾肥等所谓新技术，也不过是在甘蔗生长规律中的抛物线上的某一部份稍为提高而已，因此，只能略为增产，效果并不突出。

由此可见，若不从规律性去探索，科研和生产就会迷失方向，也无法根据生长规律发挥其优势，如高度密植，过量施用氮肥等结果，增产不大，甚至使生产停滞不前。

甘蔗抛物曲线规律，在甘蔗生长过程中，主要是生长速，株（茎）数和蔗糖份，其中前两条抛物线规律是比较重要的，现分别详述如下：

（一）第一条：甘蔗生长速抛物线规律

甘蔗生长速抛物线是研究一茎重的规律，是一条十分典型的抛物曲线形（指一年生的甘蔗，而年半生则是两条抛物曲线连起来）。春植甘蔗伸长一般主要是历时4—5个月，是生长最重要的关键时期，占全年生长量的绝大部分。

当甘蔗拔节长肉转入伸长期，根据甘蔗一生，先在苗期和分蘖期打好生长基础后，出大根，长大叶，拔大节；在生态环境系统中6、7、8、9、10月，那时的非生物环境，是甘蔗一生过程中具备最优越的条件，太阳辐射量多，日照长，气温高和雨量充沛，加上配合人供营养，重施肥料，大中培土供土的栽培条件，发挥碳4作物的甘蔗没有光的饱和

点的优势，增强光合强度和提高光合效能，所以那时甘蔗伸长最快，每月生长速一般达50—60厘米，最多的可超过120厘米，因此，要发挥这条抛物线的规律，就要以人为强化技术，利用秋、冬植，秋、冬育秧移栽，地膜覆盖和选用早生快发的品种，促使甘蔗提早进入伸长阶段，使曲线提前上升，提早达到高峰，增长高峰期，达到提高光合效能，增长高光合的时间。在伸长期，更要突出一个“促”字，一路促，用重施连环伸长肥，使生长曲线高峰达到更高，每20—30天施一次伸长肥，使高生长速的高峰期延续不停，又高又长；利用施壮尾肥，灌壮尾水，防黄点病，防螟枯梢，护根保叶，防止倒伏，使后期增长伸长，曲线高峰下降慢；延长后高峰期，多长蔗茎，多制造和积累糖份。如果栽培技术和管理不善，甘蔗生长速时高时低，或应高而不能高，不能形成抛物线那样发展，生长量不足，产量便降低了。

在整个生长过程，青叶叶面积指数也是出现两头低中间高的抛物线形的规律。叶色长相，也是以抛物线形出现，苗期青绿色（分蘖期深青绿色）——伸长期为乌绿色——后期成熟浅青绿至黄绿色。也就是争取苗数——夺取蔗茎重量——累积糖份的三个过程的叶色表现。

（二）第二条：甘蔗株（茎）数抛物曲线规律

株（茎）数抛物线是帮助研究增加甘蔗有效茎数的规律，茎数是构成高产的基础。甘蔗从下种至收获时的株（茎）数的发展，是按一条具有头尾端相距较近而高峰十分高的抛物线形的变化，栽培甘蔗过程，在幼苗期是打下苗数的基础，到了分蘖盛期是株数变化最大的时期，迅速达到最高峰，很快就下降，高峰主要的时间，前后只有约1—2个月（春植蔗时间较长，早秋植蔗时间较短），它是按照甘蔗群

体发展规律，在分蘖盛期会出现一个分蘖高峰期，即每亩从苗数4000多条，通过分蘖使之迅速剧增，常常会超过10000条以上，由于分蘖过多，就会出现一个所谓“反馈作用”——即过多分蘖又会回过头来影响本身，产生自然淘汰现象，大量的蔗株会死亡，后期的株数，仍会逐渐减少，曲线拖得很长，最后还是剩下4000多条左右的收获有效茎数。

决定甘蔗株数，关键在生长前期提高萌芽率打下基础，而萌芽与温度和水份关系甚大，温度高时，萌芽快，萌芽期短，萌芽率高；到甘蔗长6—7片叶左右开始分蘖，分蘖与品种和外界环境、阳光、温度有密切关系，但它并不象甘蔗伸长期对环境要求那样高，生长量也较少，因此，在气温略低，日照时数、太阳辐射量和雨量较少的春夏之间，就可以满足甘蔗萌芽和分蘖的需要，掌握在高温强光季节之前完成分蘖，苗期要求施肥数量也较少，施些含有机质氮磷钾的基肥，少量壮苗肥和适量分蘖肥促分蘖，就可以达到株数高峰，若蔗田苗数较少，更要采取补植缺株和施催分蘖肥来提高蔗株的起点。

我们要发挥茎（株）数发展的抛物线规律，必须依照群体理论，解决甘蔗群体与个体关系，首先要加强个体活力，若要使个体分布均匀，生长齐一，获得充足的阳光和养分，就必须在株（茎）数抛物线上不同的关键地方，进行不同的“促”、“控”、“保”的栽培技术，包括采用有效茎数较多或成茎率高的品种，适当密植，种苗消毒，催芽，提高萌芽率，覆盖地膜，育秧移栽，施用呋喃丹除虫，施催分蘖壮分蘖肥，促使抛物线起点较高，采取定苗间苗和培土控制分蘖，“压满天星”，以压低高峰期，“控”的措施也是为了促有效茎更多的成长，防治后期病虫，防风，使曲线后期保

持较高，就能达到收获时有较多的有效茎数。

此外，甘蔗蔗糖份累积，也是循着抛物线规律升降的。

抛物线理论是以生态系统的观点去认识自然，改造自然，揭露和探索甘蔗高产规律，抛物线规律是受环境支配，虽然环境不能很大改变，但可以运用和改造它（人工生态环境），采取不同品种，培养好蔗作土的营养条件和强化栽培技术，调整群体结构，利用高温强光环境，提高光合作用效能，即沿着这条曲线，在关键的位置（时刻）上，运用“促”、“控”、“保”人为的强化栽培技术措施去创造和夺取高产。

这样，科学地、全面地、深入地从甘蔗内因和外因研究生产中的规律性，发挥甘蔗种性、生态系统和强化栽培互相促进作用，引导我们发挥人的主观能动性，运用新观点，采用新品种、新技术、新措施以实现高产、高糖、低成本。

抛物线理论能指导甘蔗高产系统工程设计和实施，而抛物线则是这个工程的设计图，也是设计甘蔗栽培工程模式的理论依据。

三、怎样从甘蔗生产潜力中找寻高产 高糖环节

探索甘蔗生产科学，应先从理论上找潜力，进而从高产田甘蔗结构分析，这样，才比较容易找寻到甘蔗的高产高糖环节所在。

（一）光合效能的潜力

甘蔗属碳₄作物，没有饱和点，光合效能高，比一般

碳。作物的水稻高2—3倍，低光呼吸，低二氧化碳补偿点，是一种高产作物，也是一种能源作物。

目前，我们已经可以从光合效能推算出甘蔗理论最高的产量，比如广州每天每平方厘米的太阳总辐射量平均为300卡，而它对光合作用有效的只占42%（有些试验认为接近50%），即是有效的光能为126卡，代入公式（一），从光能数量可求得每亩甘蔗每年可生产干物质15.72吨，再代入公式（二），求得每亩甘蔗每年理论最高产蔗茎量为25吨。

公式（一）

每亩甘蔗每年理论生产最高的干物质量

$$= \frac{X \text{卡数} \times 365 \times (666.7 \times 10^4)}{3900 \text{卡} \times (500 \times 2000)} \times 20\%$$

公式中：

X卡数为每天每平方厘米的有效供光合作用的太阳辐射能。

365 为一年天数。

666.7×10^4 为一亩的平方厘米数。

3900卡为能制一克干物质所需的太阳辐射能。

500×2000 为一吨的克数。

20%为除去叶面反射、组织吸收、光能转为化学能，低层叶光饱和等的光能损失后，太阳辐射在光合作用中的实际利用率。

公式（二）

每亩甘蔗每年理论最高产量 = (干物质 ÷ 25 — 30%)
× 50% × 80%

25% — 30%为干物质占鲜物质的百分率

50%为蔗茎占鲜物质重量的百分率

80%为除去呼吸作用消耗了产量20%而实得理论产量。

目前，春植一年生的甘蔗高产试验田，亩产只达15吨多，约占计算得的理论最高亩产25吨的60%，还有40%产量潜力可以逐步想办法挖掘出来的，在高产试验田里，采取了各项技术和肥水优良条件，已设法满足甘蔗生长所需，但仍远离理论产量，当然，技术仍未能尽善尽美，然而，高产潜力在那里？究其原因，当然原因是多方面的，但发现就在光合效能利用中已经具有很大潜力，从公式（一）里，是以一年365天计，但是在一年里，特别是冬季和早春几个月，气温常在13—15℃以下，光合效能十分低，甘蔗生长几乎停顿，累积也很少，同时，热带作物的甘蔗，当气温达到20℃以上，生长才开始快，30℃是生长最快最适温，因此，凡低于30℃的气温，未能满足光合作用需要，光合效能也是较低的，即是说，光能尚未充分利用；其次，不同品种和不同栽培技术对提高甘蔗光合效能，也有很大的差异。因此，设法提高光合效能，特别是对低温季节和强光高温季节的光合效能，和延长光合时间，增加制造碳水化合物的能力，就能使甘蔗增多每亩有效茎数和增加茎重，生产和累积更多产品。

（二）群体与个体的潜力

所谓“甘蔗群体概念”是指甘蔗在生产过程里，个体与集体的关系。就是说，要把整块土地上栽培的蔗株作为一个有机的整体来看待，甘蔗的群体在各个阶段有自己的结构和自己的性能，有自己的合理调节和控制能力，它受环境的影响，同时，又改造了自己内部的环境，它为个体所组成，同时，又影响了每个的个体，它们共同存在一起，并与一定生存条件有密切联系，每亩甘蔗的产量是个体产量的总和。个体

适当的发展促进了群体的发展，而群体的适宜发展也能支持个体的发育。因此，个体的发展是十分重要的，但个体发育受着群体的影响，并同时影响群体发展。如果单是强调个体的发育，使群体受到影响，而个体数目减少过多时，总产量是提不高的；但是，过分强调群体中的个体数的增加，而使对个体的发育影响过多时，总产量也提不高，所以，两者的关系是十分密切，互相促进，互相制约的。因此，我们挖掘甘蔗高产潜力要注意个体，但更重要的是研究群体中个体与群体的关系，和两者的潜力。

普通大田的甘蔗一茎重2—4斤，而高产一茎可达5—6斤，由于蔗株是可以长高长粗，一茎重是茎长、茎径和比重三方面组成，很有条件向空间发展，因此，个体是大有可为的。而广大蔗区大茎品种每亩有效茎数3000—4000条，可是南海县小塘公社陆洲生产队秋植的粤糖57/423大茎品种，每亩茎数达6000多条，比一般大田增加40%，说明在增加茎数方面十分值得重视的。

一般大茎品种大田要求每亩有效茎数4000—5000条，高产田和中大茎种要求每亩5000~6000条，因此，要挖掘甘蔗高产潜力，选用群体较好的品种（包括叶型斜直，成茎率高，有效茎数多，根群发达和宿根性强等种性），做好保苗、间苗、定苗与培土等，取得比较合理而又较多株数，分布均匀而又齐一的群体；再采取措施，使每个个体的蔗株能健壮、茎大、株高、生长齐一，才能把群体与个体的生产潜力一同挖掘出来，获得最高的产量。

（三）茎数、一茎重和蔗糖份是构成甘蔗高产与高糖的三大环节

构成甘蔗产量的三个因素——茎数、一茎重和蔗糖份，

这三者的潜力不外就是群体与个体的光合效能的结果。广东省蔗区七十年代曾出现亩产40000斤以上的甘蔗高产试验田有30多块，大部份是秋植的，最高产的是海南岛热带区崖城公社城东小学的是夏植蔗，品种为海蔗四号，1.026亩，亩产56696斤，有效茎数5383条，一茎重平均10.53斤（最重的20斤），茎径3.33厘米（最大的4.5厘米），茎长768厘米（最长的910厘米，是搭架防倒的），节数66.6节。在大陆上最高产的则是上述属亚热带蔗区的南海县小塘公社陆洲生产队的秋植蔗，品种为粤糖57/423，1.701亩，亩产51961斤，有效茎数6070条，一茎重平均8.56斤（最重的10.5斤），茎径3.4厘米，茎长435厘米，株高455厘米（最高的481厘米），节数41个。因此，从30个高产典型中（多数是秋植甘蔗，生长期16—18个月），可以看到几个构成甘蔗高产的最高指标：

高产田：平均亩有效茎数6930条（大多数是5000～6000条）。

平均一茎重15.2斤（最重的25.5斤）。

平均茎长768厘米（最长的910厘米）。

平均节数70.4个。

从这几个主要的指标，是从小面积试验创造出来，但是可以启发我们要想夺高产，必须从增多有效茎数和增加一茎重两个方面下功夫。至于蔗糖份的潜力，一向重视不够，但潜力也很大，较大的是在收获初期。甘蔗最成熟时的蔗糖份，不少品种可达15—16%（东爪哇3016，有时可达17%以上），而糖厂开榨初期只有11%，相差1/3。

在目前大面积生产实践中，甘蔗的茎数、一茎重和蔗糖份与先进指标的差距还很大。因此，要提高甘蔗产量，挖掘

增产潜力，就要着眼这三个方面去挖掘甘蔗光合效能的潜力，群体与个体潜力。

我们要从甘蔗生长规律中挖掘茎数，一茎重和蔗糖份的潜力。在构成甘蔗产量这三个关键之中，一茎重主要是甘蔗生长（伸长）速的产品累积；而茎数则是产量的基础。

四、从形成甘蔗生长条件规律

甘蔗茎高生长速和株（茎）数变化曲线都出现一条近似“抛物线”形，而形成这些生长规律的条件，不外是甘蔗内因、生态系统和栽培条件，现分述如下：

（一）甘蔗内因

甘蔗内因是包括品种种性，生理、器官生成等的一切。

1. 甘蔗的一生

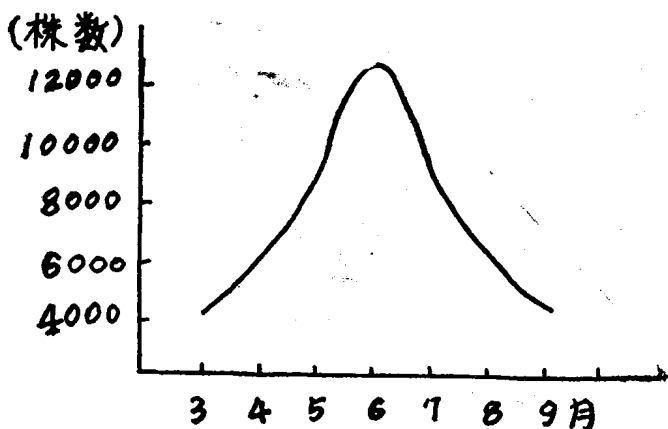
甘蔗是经历萌芽、分蘖、拔节（长肉）、伸长、成熟的过程。甘蔗生理中的株（茎）数和月生长速变化均出现抛物线形。

株（茎）数的增减变化——从种苗萌发，经过萌芽、齐苗、开始分蘖、分蘖盛期（株数最高峰）、拔节时株数急降，逐步减少至收获时的有效茎数（图1）。

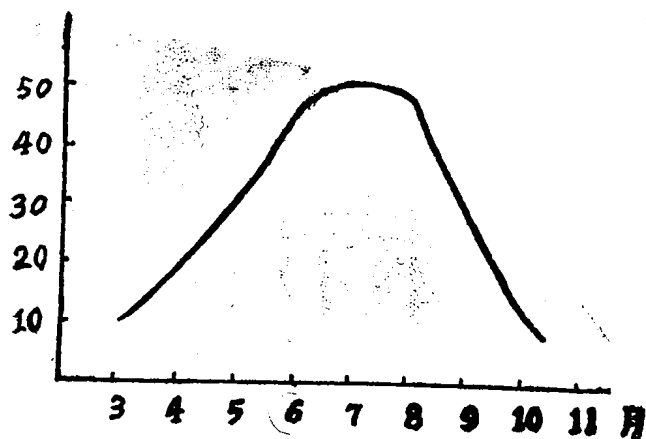
茎高的月生长速增长变化——从蔗株拔节长肉开始，出大根、长大叶，每月生长速始期较慢，伸长盛期最快（最高峰），后期转入成熟，它的伸长转慢逐步停止（图2）。

2. 良种种性生理机能

甘蔗种性和生理主要从杂交育成新品种所获得遗传种质所决定的。不同种性它的生化和生理也有很大差异，各良种



(图1) 甘蔗株(茎)数变化抛物曲线形



(图2) 蔗茎月生长速变化抛物曲线形。

的光合效能，生长快慢，抗逆和抗旱性强弱，群体好坏，需肥多少，甚至产量高低都不同。不同良种的生长速（茎增高）和株（茎）数变化仍按抛物线规律发展的。

3. 蔗叶与蔗根

甘蔗各种器官，比较重要的器官是进行光合作用的叶子，和吸收水肥营养和支持植株的根系。叶片的角度，所含的叶绿素和根吸收肥或水能力，对光合作用与群体均有密切关系，而叶面积与新根增加数量也是出现抛物线形的生长规律。

国外十分注意根的生长，设法使根的生长抛物线的高峰期更高。

(二) 甘蔗生态系统 (Ecosystem)

1. 自然规律

甘蔗生态系统的环境，包括非生物和生物两方面：

(1) 非生物环境。非生物环境有地上部、主要是气温、太阳辐射量、日照、雨量、土壤、水分和二氧化碳等。如广州市的气候（表1）

表1 广州市气候表

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7
太阳辐射量 (卡/厘米 ²)	7403	6006	7054	7422	9932	9785	12032
日照 (小时)	142	87	84	92	152	157	231
气温 (°C)	13	14	18	22	26	27	28
雨量 (公厘)	39	57	80	165	273	304	215

续表

项目 \ 月份	8	9	10	11	12	全 年
太阳辐射量 (卡/厘米 ²)	11638	10687	11002	8962	7848	159769
日照 (小时)	216	200	215	190	165	1972
气 温 (°C)	28	27	24	20	15	21.8
雨量 (公厘)	232	192	59	43	26	1685

把广州市气温、太阳辐射量和日照，这三种数字绘成图，三条曲线都是近似抛物曲线形的（图3）。

（2）生物环境。至于生物环境有甘蔗本身与相互之间关系，甘蔗与各种农作物关系，甘蔗与动物（人）的关系，甘蔗与微生物的关系，在此暂不叙述。

近年已开始探索作物地下生态系统，研究这部分工作比较困难的，过去只对土壤和地质等工作做得较多。而地温与气温是成正相关的，气温高而地温也高；同时，雨量多，土壤的持水量也多，广东的雨季从五月开始至九月，土壤的水分可以满足甘蔗生长所需的水分。但是，目前对土壤养分、气体和微生物环境和变化，与肥分供应等，对作物地下根部的生态系统探讨得尚很少，还有很大空白点，需迅速加强研究。

2. 经济规律

农业生态系统是以人的活动为核心的，所以生态系统中的甘蔗与人（动物）的关系，就不可能离开经济规律。

常言道：“甘蔗生产是靠政策加科学。”政策确关系到