

巴西橡胶树的水分状况与 生长和产胶量的关系*

刘金河

(厦大学生物系)

巴西橡胶树 (*Hevea brasiliensis*.) 是热带雨林树种, 原产南美洲巴西亚马逊河流域, 原产地的自然条件具有温度高而温差小, 湿度大而静风, 雨量充沛而雨日均匀的特点。在长期的适应过程中巴西橡胶树形成喜高温高湿, 怕低温干旱和强风的习性。

福建南部干湿季明显, 一般年份雨季多集中在5—9月, 而10月至次年2月属干季。冬季气温较低, 温差较大。虽然生境条件对巴西橡胶树的生长和产胶量的影响是综合的作用, 但在福建地区水热条件是影响生长和产胶量的主要因素。

巴西橡胶树蒸腾作用强度和其它一些水分指标的研究, 文献上已有一些报道(何景、林鹏等, 1980; 何景、杨汉金等, 1979、罗宗洛, 1955; 曾友梅等, 1957)。但多局限于苗木或冬季围绕其抗寒性进行研究。华南亚热带作物科学研究所对橡胶树的灌溉试验做过很多工作(华南亚热带作物所灌溉试验站, 1960), 但在自然条件下研究成年树(已开割的)的水分状况变化规律与生长和产胶量的关系的报道还不多见。本文在自然条件下测定了巴西橡胶树叶片的蒸腾作用强度, 水分代谢速度, 水分亏缺和各种含水量。初步探讨了水分状况对胶树的生长和产胶量的关系。所得结果可作为胶树高产栽培的参考依据。

一、材料与方法

本项研究自1979—1980年在漳州五峰农场福建省热作所寨林山胶园中进行, 研究对象选择无性系天任31—45自开割以来年年产量较高的植株四株, 低产植株四株; 有性杂交实生树〔(天任31-45×北跃170)(下称实生树)〕高, 低产植株各二株; 南强1-97二株。研究过程进行定期物候观察和测量胶树茎围, 同时测定林内外的土壤含水量。每次割胶后测量胶乳并定期进行干胶含量的测定。

水分状况各指标的测定采用巴西橡胶树南侧当年生顶蓬稳定的叶子为材料, 每月测定一次。

蒸腾强度的测定, 采用快速称重法, 以毫克·分米⁻²·小时⁻¹表示之, 测定的同时观测大气温度和气孔开启度; 水分代谢速度的测定, 每天11时与蒸腾强度的测定平行进行, 以每平方米叶面积每小时的蒸腾量占该叶子饱和含水量的百分数表示之; 水分亏缺的测定每次于11

时进行, 将已知鲜重的叶子置于保湿间充分吸水至恒重, 然后以 $\frac{\text{叶子饱和重} - \text{鲜重}}{\text{叶子饱和重} - \text{干重}} \times 100$

* 本工作与福建省热带作物科学研究所生理组协作, 并得到福建省气象研究所热作站的大力支持, 在工作过程中得到周年谦和史洋洋同志的帮助, 在此一并表示感谢。

计算之；自由水含量和束缚水含量用 A. Ф. Маринчик 法测定，皆以鲜重百分数表示。

二、结果与讨论

1. 巴西橡胶树的生长和产胶量与气温和土壤含水量的关系

巴西橡胶树的蒸腾耗水量很大。在干旱而气温较低的1979年冬季（12月27—28日），当时胶树已大量落叶，留在树上的叶子也已衰老。我们选择了两株有代表性的高截杆定植9年的天任 31-45 植株进行树杆解析，并测定蒸腾作用强度和叶子的总面积。平均一株巴西橡胶树叶子总面积为82.03平方米，每天（自6:00—18:00）由叶子蒸腾消耗的水分分为26.91公斤，每亩（按33株计算）就要消耗 888.03 公斤的水分，每月消耗的水分相当于 39.96 毫米的降水量。若以1980年12月下旬的蒸腾作用强度来计算，则每株每天由叶子蒸腾作用消耗的水分高达 34.38 公斤，每亩每天耗水量则为 1134.54 公斤，每月消耗的水分相当于 51.05 毫米降雨量。如果在生长旺盛的高温多雨季节里，则由蒸腾而消耗的水分肯定大大超过上述数字。

巴西橡胶树的生长和产胶量受生境条件的综合影响而变化，但大气温度和土壤含水量起着特别重要的作用。在一定温度条件下，土壤含水量是巴西橡胶树生长和产胶量的重要因素。图 1、2 的资料指出，巴西橡胶树的生长旺季都出现在 7—8 月份之间，因这时雨量充沛，

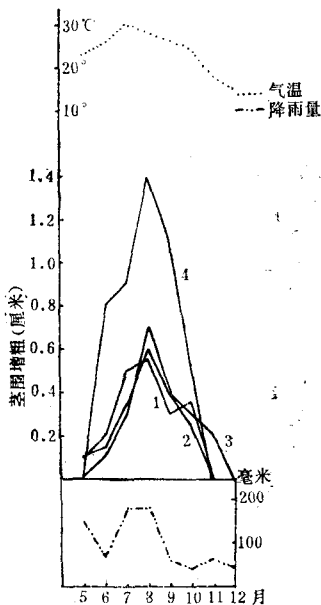


图 1 巴西橡胶树的茎围增粗与大气温度和降雨量的关系（1979年）

1. 天任 31-45 高产植株；2. 天任 31-45 低产植株；
3. 实生树高产植株；4. 实生树低产植株。

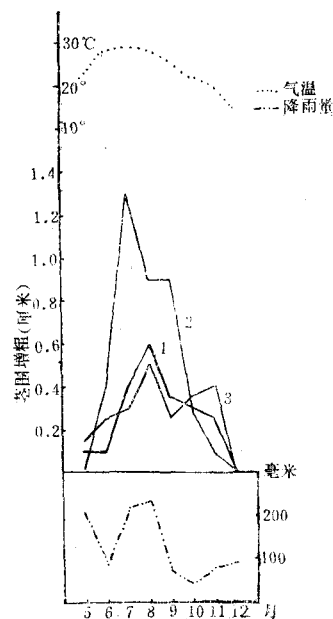


图 2 巴西橡胶树的茎围增粗与大气温度和降雨量的关系（1980年）

1. 天任 31-45；2. 实生树；3. 南强 1-97。

气温较高，适于它们的生长，但产胶高峰期则一般推迟二个月，出现在10月份，这是与气温有关。华南热带作物研究院的资料指出，适于胶乳生长的温度是日均温 18°C — 28°C ，最适温度 22°C — 25°C （张玉清等，1980），1979—1980年两年的资料（图 3、4）可以看到温度过高（高

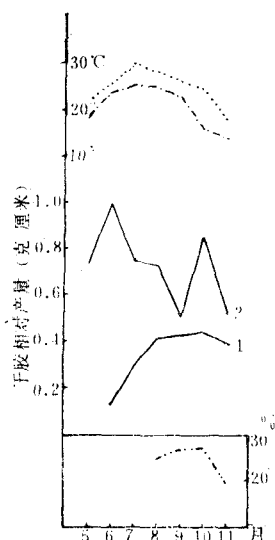


图 3 巴西橡胶树月平均干胶相对产量与气温和林内土壤含水量的关系(1979年)。

1. 天任 31-45; 2. 实生树。

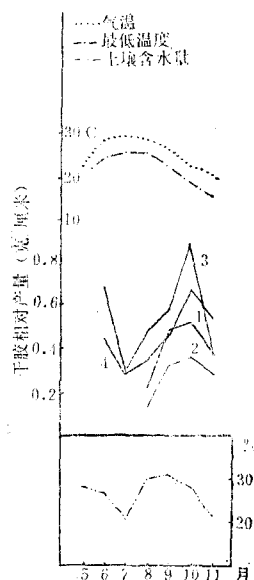


图 4 巴西橡胶树月平均干胶相对产量与大气温和林内土壤含水量的关系(1980年)。

1. 天任 31-45 高产植株; 2. 天任 31-45 低产植株;
3. 实生树高产植株; 4. 实生树低产植株。

于 28°C) 过低(低于 18°C) 对巴西橡胶树的产胶量有很大影响, 与华南热作研究院的资料相吻合。但应该指出, 实生树不论高产与低产的植株都具有两个产胶高峰期, 第一高峰期出现在 6 月份, 第二高峰期出现在 10 月份, 但这两个高峰期都处于土壤水分较充足, 气温适于胶乳生成的范围内 ($22-26^{\circ}\text{C}$)。7—9 月温度高于 28°C , 产胶量相应较低。从图 3、4 的资料还可以看到, 不同品系对生境条件的要求是不同的。天任 31-45 产胶量的季节变化较平稳, 而且只有一个高峰期(该品系 1980 年 5—6 月白粉病严重, 割胶时间推迟到 7 月开始), 看来这品系的产胶量与土壤含水量有较密切的关系, 但是产胶高峰期还是出现于土壤水分较充足, 气温适宜的 10 月份。而 11 月份土壤水分较低, 加上气温下降(1979 年月平均气温由 24.5°C 下降到 18°C ; 1980 年自 23.4°C 下降至 19.8°C), 更重要的是这时的月平均最低温度皆低于 15°C (1979 年 14°C ; 1980 年 14.9°C), 于是所有植株的胶乳产量急剧下降, 茎围增粗也停止。

土壤含水量和气温的变化, 显然影响到巴西橡胶树的其它生理过程, 从而影响到它的生长和产胶量。本文主要讨论水分状况与产胶量的关系。

2. 巴西橡胶树的蒸腾强度与产胶量的关系

大多数情况下巴西橡胶树的蒸腾作用和综合的生态因子有密切关系。土壤含水量充足时, 蒸腾强度随气象因子而变化, 土壤含水量不足时, 蒸腾作用由于植物本身的生理调节(主要是气孔调节)而下降。从图 5 两天的蒸腾日变化的资料可以看到, 6 月 8 日这天的蒸腾作用五个测定对象都呈一个高峰的曲线, 高峰也都出现于中午温度最高的 14 时, 这时气温为 32°C , 而这天的土壤含水量较充足(占干重的 27%)。7 月 16 日这天的蒸腾强度呈现两个高峰的曲线, 蒸腾作用于 14:00 都急剧下降, 这时的气温虽然只比 6 月 8 日高 1 度(即 33°C), 但大气闷热, 土壤含水量也较低(占土壤干重的 21%), 因此在 14 时所有植株叶子的气孔只

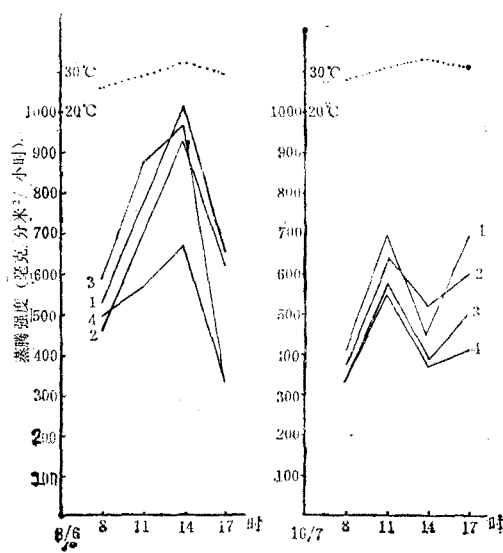


图 5 巴西橡胶树叶片的蒸腾作用强度日变化

1. 天任 31-45 高产植株; 2. 天任 31-45 低产植株;
3. 实生树高产植株; 4. 实生树低产植株。

有少数开启, 而且孔隙很小。从蒸腾作用的季节变化来看 (图 6), 生长旺盛的初期蒸腾强度较高, 而土壤含水量较低的 7 月份, 蒸腾强度都下降, 随着土壤含水量的增加, 从 8 月份开始蒸腾作用又重新上升。但高峰期都出现于土壤水较足充, 气温较凉爽 (月平均温度 23.4°C) 的 10 月份, 值得注意的是所有植株的产胶高峰期也都出现于这时期。11 月份由于气温急剧下降 (最低温度 12.4°C , 日温差 13.2°C), 土壤含水量也较低 (占土壤干重的 21.5%), 所有植株的蒸腾作用也急剧下降。这里我们还可以看到, 不论天任 31-45 还是实生树, 产胶量较高的植株的蒸腾作用强度整个生长期都比产胶量较低的植株高, 并且在产胶高峰期的 10

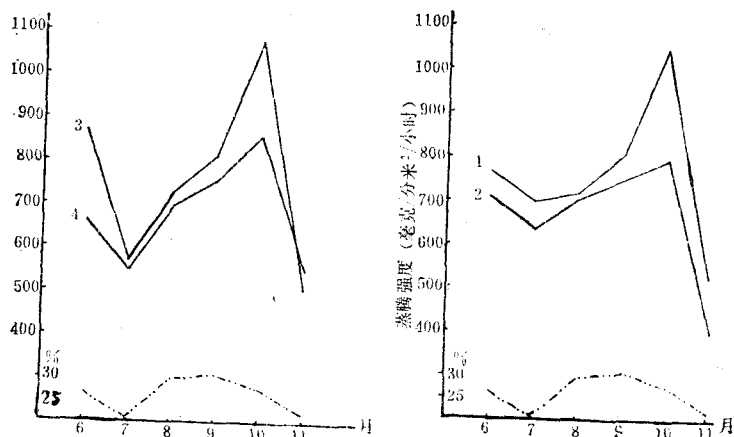


图 6 巴西橡胶树叶片的蒸腾作用强度季节变化和土壤含水量的关系 (1980 年)

1. 天任 31-45 高产植株; 2. 天任 31-45 低产植株; 3. 实生树高产植株; 4. 实生树低产植株。
——— 土壤含水量

月份表现的特别明显。上述资料说明高产植株和产胶高峰期都表现出水分代谢较旺盛, 同时也看到最低温度低于 15°C , 日温差达 10°C 以上的 11 月份蒸腾作用和产胶量都急剧下降 (图 3、4、6)。一些学者认为秋冬期间是由于干旱而影响蒸腾作用下降 (韩法聪, 1963)。我们认为除了土壤含水量影响外, 这时的气温特别是最低温度起了很主要的作用, 当然与后期叶子衰老也有密切关系。

从图 3、4 还可以看到实生树的产胶量大大超过天任 31-45, 但从图 6 看到它们的蒸腾作用强度差别不大, 说明它们之间的蒸腾作用强度与产胶量没有相关性。

3. 巴西橡胶树的水分代谢速度与产胶量的关系

水分代谢速度依赖于蒸腾作用和水进入叶子的节律, 在正常情况下, 代谢速度每小时不超过 100% (M. H. Гончарик, 1962)。巴西橡胶树在漳州天宝地区最高的水分代谢速度每小时不超过 85%。各研究对象的水分代谢速度季节变化过程与蒸腾作用相类似 (图 7)。

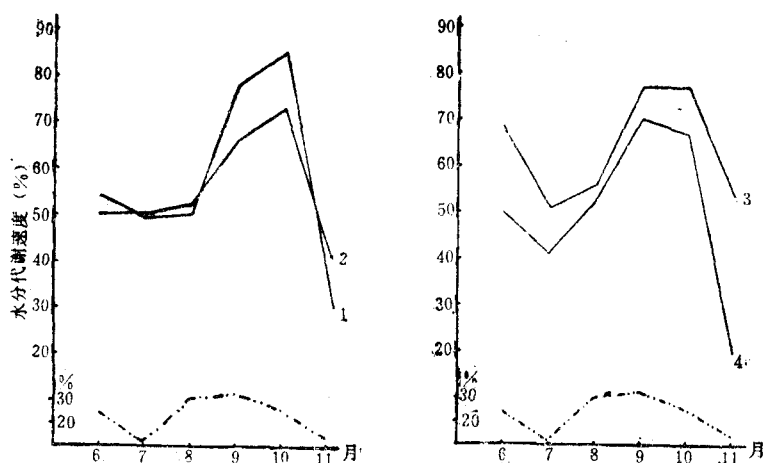


图 7 巴西橡胶树的水分代谢速度季节变化与土壤含水量的关系
(叶片蒸腾耗水量占饱和含水量的%) (1980年)。

1. 天任 31-45 高产植株; 2. 天任 31-45 低产植株; 3. 实生树高产植株; 4. 实生树低产植株。
—— ·····—— 土壤含水量。

一般在产胶高峰期水分代谢速度比较高。天任 31-45 高产植株和低产植株在生长前期和末期水分代谢速度较小, 差别也不大, 但在高产期间 (9—10月), 高产植株明显比低产植株高。实生树的水分代谢速度与产胶量的季节变化相吻合, 有两个高峰期, 而且整个生长期间, 高产植株比低产植株高。但所有植株在月平均最低温度低于 15°C , 日温差大于 10°C 的 11 月份, 水分代谢速度急剧下降。从上述资料可以看到, 高产期巴西橡胶树的水分代谢非常旺盛, 这时如果土壤含水量不足, 将严重影响产胶量。

4. 巴西橡胶树叶片的水分亏缺和产胶量的关系

水分亏缺是植物水分状况的不利指标。陆生植物的水分亏缺是非常经常的现象, 特别是在白天蒸腾作用散失的水分比根系吸收的水分多, 因此, 经常观察到这种现象。表 1 的资料是每天上午 11 时测定的数字, 从整个生长期来看水分亏缺并不大。整个季节变化过程与土壤

表 1 巴西橡胶树叶片的水分亏缺和土壤含水量的关系 (1930年)

水分亏缺	日/月	8/6	16/7	9/8	13/9	14/10	10/11	备 注
天任 31-45	高产	4.8	11.4	8.2	2.8	9.9	13.6	水分亏缺以鲜重百分数表示; 土壤含水量以干重百分数表示
	低产	4.4	13.2	8.2	2.3	11.4	12.8	
实 生 树	高产	5.0	13.3	4.8	3.2	13.1	10.8	
	低产	4.2	8.8	1.8	2.8	11.7	13.3	
南 强 1-97		6.4	10.2	5.2	1.9	16.2	10.7	
林内土壤含水量		26.8	21.2	29.8	30.8	27.5	21.5	

含水量相吻合。7 月份和10—11月水分亏缺较大。7、11月份土壤含水量较低, 10月份由于蒸腾作用和水分代谢速度强烈, 所以水分亏缺也比较高。天任 31-45 高产植株和低产植株差别不明显, 实生树高产植株在生长前期水分亏缺较明显, 末期差别不大。

上述资料说明, 在漳州天宝地区巴西橡胶树的水分亏缺不大, 不同品系, 同品系不同植株之间差异不明显, 与产胶量看不出有规律的联系。

5. 巴西橡胶树叶子的含水量与产胶量的关系

一般叶子含水量和水分亏缺与蒸腾作用强度的大小相适应。但是巴西橡胶树的叶子含水量和蒸腾作用强度之间没有规律性的联系, 可能有高的, 也可能有低的蒸腾作用强度的叶子, 有较高的含水量。

叶子含水量和自由水含量一般从生长旺盛的初期至生长末期而下降; 这是叶细胞在生长末期胶体亲水性的不可逆降低和叶子衰老的结果。6 月份由于严重白粉病, 叶子的含水量比 7 月份低些, 但还是比其它月份都高。表 2 的资料表明高产植株和低产植株总水量差别不

表 2 巴西橡胶树产胶量不同的植株叶子的含水量 (鲜重百分数, 1980年)

植 物	项 目	6	7	8	9	10	11	
天任 31-45	高 产	总 水 含 量	60.6	68.2	59.2	57.4	57.0	57.7
		自由水含量	29.9	13.0	17.9	26.1	27.0	9.1
		束缚水含量	30.7	55.2	41.3	31.6	29.9	48.6
		束/总	0.507	0.809	0.698	0.545	0.525	0.842
	低 产	总 水 含 量	63.4	66.9	58.3	59.2	56.4	57.0
		自由水含量	27.0	10.5	14.5	23.1	22.6	10.4
		束缚水含量	36.4	56.4	43.8	36.1	33.8	46.6
		束/总	0.574	0.843	0.750	0.610	0.599	0.820
实 生 树	高 产	总 水 含 量	61.7	63.4	57.3	56.3	54.6	54.0
		自由水含量	28.1	12.4	17.5	20.7	26.2	13.3
		束缚水含量	33.6	51.0	39.8	35.6	28.4	40.7
		束/总	0.545	0.805	0.695	0.632	0.520	0.767
	低 产	总 水 含 量	59.2	68.3	58.4	54.1	54.6	53.6
		自由水含量	26.1	11.8	14.8	19.4	19.7	10.5
		束缚水含量	33.1	56.5	43.6	34.7	34.9	43.1
		束/总	0.559	0.828	0.747	0.641	0.640	0.804

大, 因此不能作为产胶量高低的指标。自由水含量则高产植株明显高于低产植株, 束缚水含量则相反。从表 2 中还可以看到在土壤含水量较低的 7 月份。由于植物处于生长旺盛季节, 含水量还是最高(6 月份是由于严重白粉病的影响), 但是所有植株的水分大部分以束缚水状态存在于植物体内。就是在这种干旱的生境条件下, 高产植株的自由水含量也高于低产植株。

三、小 结

1. 漳州天宝地区干湿季明显, 冬季气温较低, 水热条件是巴西橡胶树生长和产胶量的决定因素。胶树的生长大都在 5—10 月份的雨季, 生长高峰期在雨量充沛, 气温高的 7—8 月份。11 月以后雨量少而气温较低, 生长停止。

产胶量高峰期出现在温度适宜(22°C — 26°C), 土壤含水量较充足的 10 月份。但月平均最低温度低于 15°C , 日温差大于 10°C 时, 虽然土壤含水量还不少, 产胶量也急剧下降。

2. 巴西橡胶树的蒸腾作用强度与综合的生态因子有密切关系, 土壤水分充足时蒸腾作用随气象因子而变化, 土壤水分不足时受植物本身的生理调节而下降。高产植株蒸腾作用比低产植株强烈, 产胶高峰期蒸腾作用强度也最高。

3. 水分代谢速度的季节变化过程与蒸腾作用强度的季变相类似。在产胶高峰期水分代谢速度比较高。高产植株一般水分代谢速度比低产植株大, 而在高产期间表现得特别明显。月平均最低温度低于 15°C 所有植株水分代谢速度急剧下降。

4. 漳州天宝地区巴西橡胶树水分亏缺不大。不同品系, 同品系不同产量植株之间水分亏缺差别不明显, 与产胶量看不出有规律的联系。

5. 高产植株和低产植株的总水含量差别不大, 不能作为产胶量高低的指标。自由水含量与产胶量成正相关, 束缚水含量与产胶量成负相关。

参 考 文 献

- 华南亚热带作物科学研究所灌溉试验站 1980 巴西橡胶树灌溉生理的研究。热带作物科学研究(3): 42—50.
何景、杨汉金等 1979 巴西橡胶树抗寒生态生理研究综述。热带作物学术讨论会科技资料选编 163—174.
何景、林鹏、杨汉金, 1980 三叶橡胶抗寒性的生态生理指标。植物学报 22(1): 41—48.
罗宋洛 1955 关于橡胶树寒害的几个问题。热带作物, 第八期(抗寒专刊): 26—29.
郭玉清、张汝 1980 气象条件与橡胶树产胶量的关系。云南热作科技 3: 8—11.
曾友梅、沈利宋 1957 巴西橡胶树根系低温处理对于吸水力和蒸腾强度的影响。热带作物研究通讯(5): 46—51.
韩得聪、黄庆昌 1963 广州地区巴西橡胶树在湿季和干季的水分状况的研究。中山大学学报(1—2): 84—93.
Kozłowski, T. T. 1964 Water metabolism in plant. New York.
Kramer, P. J. 1963 Water stress and plant growth. *Agron. J.* 55(1): 31—35.
Лархер, В. 1978 Экология растений. Изд. "МИР", Москва: 209—281.
Лю Цзинь-ха. 1962 Водный режим некоторых Древесных растений в связи с интродукцией. Тр. Бот. ИНСТ АН СССР. сер. IV. Экспер. Бот. 15: 234—246.
Гончарик, М. Н. 1962 Влияние экологических Чсловий на Физиологию культурных растений. Изд. АНБССР. Минск: 98—167.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ У *HEVEA BRASILIENSIS* В СВЯЗИ С ИХ РОСТОМ И УРОЖАЙНОСТЬЮ КАУЧУКА

Liu Jinhe

(Биологический Факультет амойского университета)

Изменение ритма роста каучуконоса (*Hevea brasiliensis*) зависит от экологических условий, особенно от температуры воздуха и количества осадков. Наиболее энергичный рост у всех изучаемых растений приходится на середину вегетации (в июле и августе). Максимальная вершина урожайности каучука, как правило, появляется в октябре, имеющим Целесообразную температуру в воздухе (22° - 26°C) и достаточное количество воды в почве.

В периодом максимального урожая кауцука интенсивность транспирации и быстрота водообмена у всех подопытных растений сильно повышаются. Величина всех показателей водного режима у высокоплодородного каучуконоса выше, чем у низкого продуктивного каучуконоса.

В конце вегетации (в ноябре), когда наименьшая температура воздуха ниже 15°C , интенсивность транспирации, быстрота водообмена и каулуковый урожай у всех изучаемых растений сильно снижаются, хотя в это время количество воды в почве немало.