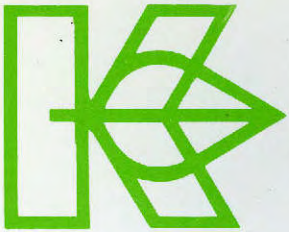


आई.पी.आई
बुलेटिन नं० 14

गन्ने में पोषण तत्व एवं उर्वरक प्रबंध

अंतर्राष्ट्रीय पोटाश संस्थान, पोस्ट बाक्स 1609
सीएच-4001 बासेल/स्वीटजरलैण्ड 1994

आई.पी.आई बुलेटिन नं० 14

गन्ने में पोषण तत्व एवं उर्वरक प्रबंध

इ. मालवोल्टा, पीएच. डी.
प्राध्यापक, पौध–शोषण
ऑणविक ऊर्जा केन्द्र–कृषि
साओ पालो विश्वविद्यालय
पिरासीकाबा, साओ पालो, ब्राजील

अनुवादक
डा० राम स्नेही द्विवेदी, पीएच.. डी.
प्रधान वैज्ञानिक, पौध–कार्यिकी
भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान
लखनऊ - 226002, भारत

भारतीय पोटाश अनुसंधान संस्थान, गुडगाँव, भारत
अंतर्राष्ट्रीय पोटाश संस्थान, बासेल, स्वीटजरलैण्ड
1994
(हिन्दी प्रकाशन 1996)

© सर्वाधिकार धारक : अन्तर्राष्ट्रीय पोटास संस्थान
पोस्ट बाक्स 1609
सीएच–4001, बासेल/स्वीटजरलैंड
फोन : (41) 61 261 29 22/24
टेलीफैक्स : (41) 61 261 29 25

विषय-सूची पृष्ठ

1.	**प्रस्तावना**	1
2.	**वनस्पतिकी एवं कार्यिकी**	2
3.	**मिट्टी एवं जलवायु**	9
4.	**खनिज तत्व पोषण**	13
4.1	पोषक तत्वों का संचय	15
4.2	निष्कर्षण, निर्यात और तत्वों का ह्रास	18
4.3	पोषक तत्वों का प्रभाव	22
5.	**कमी के लक्षण एवं उसके कारण**	29
5.1	लक्षण पहले पुरानी पत्तियों में केन्द्रित रहते हैं	30
5.2	लक्षण पहले नई पत्तियों में केन्द्रित रहते हैं	31
6.	**पत्ती विश्लेषण**	32
7.	**उर्वरण**	52
7.1	क्या और कितना?	53
7.2	कब? (प्रयोग समय)	58
7.3	कैसे? (प्रयोगविधि)	61
7.4	कौन सा उर्वरक?	63
7.5	गुणता पर प्रभाव	68
7.6	वातावरण पर प्रभाव	72
7.7	क्या यह लाभकर है?	73
7.8	अति लाभकारी नत्र., $पी_2ओ_5$ और $के_2ओ$ की दरें	81
8.	**जैव/कार्बनिक उर्वरण**	82
8.1	हरी खादें	83
8.2	फिल्टर निचोड़न खली, या फिल्टर कीचड (प्रेसमड)	85
8.3	शराब कारखाने का धोवन, चीनी कारखानों (चुकंदर मिल) का तलछट, आसवन यंत्र का अवशेष और गन्ने रस की गंदगी	87
9.	**संदर्भ**	90
10.	**परिशिष्ट : खनिज तत्वों के दृष्टिगत लक्षण**	105

1. प्रस्तावना

गन्ना, सैकेरम आफिसिनेरम एल. (saccharum officinarum L) जो मानव के लिए पुराना उर्जा का स्रोत है और आज कल मोटर गाड़ियों के जीवश्म ईधन का विकल्प बन गया है, उसे सर्वप्रथम दक्षिणी पूर्वी एशिया और पश्चिमी भारत में उगाया गया। ईसा से करीब 327 वर्ष पूर्व यह भारत प्रायद्वीप का एक मुख्य फसल था। इसका प्रवेश इजिप्ट में करीब 647 ए.डी. और उससे करीब एक सौ साल बाद (755 ए.डी.) स्पेन में हुआ। तब से गन्ने की खेती सभी उष्ण और उपोष्ण भूभागों में होने लगा। पुर्तगाली और स्पेनी इसे नये संसार में 16वीं सदी के प्रारंभ में ले गये। अमेरिका (लोइसियाना) में करीब 1741 में इसे प्रवेश कराया गया। यह संक्षिप्त इतिहास आराँहा और यॉन (Aranha & Yahn) (1987) से उद्धृत है।

वनस्पतिकी रूप से गन्ना, एन्ड्रोपोगोनी (Andropogonae) ट्राइब; ग्रेमिनी, कुल; गण, ग्लूमीफ्लोरी (Glumiflorae); वर्ग, मोनोकाटिलिडोनी; उपखंड, एन्जिओस्पर्मी और खंड, इम्ब्रियोफाइटा सिफोनोगामा (Embryophita siphonogama) से सम्बन्धित है। सब ट्राइब सेकेरी (Sacharae) है और वंश वास्तव में सेकेरम (Saccharum) जो संस्कृत शब्द "सर्करा = सफेद चीनी," से लिया गया है यह याद दिलाता है कि चह पौधा भूमध्य देशों में भारत से पहुँचा।

करीब सभी गन्ने जो आजकल उगाये जाते हैं वे एस. आफिसीनेरम (S. officinarum) और अन्य बेढंगे खासियत वाले जाति (Species) के संकर हैं। बची (Bacchi) (1983) के अनुसार गन्ने के प्रजातियों को एक नाम दिया जाता है जो उस देश का सूचक होता है जहां से वह प्राप्त किया गया है। कुछ उदाहरण दिये जा सकते हैं : अर्जेन्टिना–एन ए; दक्षिणी अफ्रीका–एन; आस्ट्रेलिया–क्यू; ब्राजील–सी बी, आई ए सी, पी बी, आरबी और एस पी; कोलम्बिया–आई सी ए; क्यूबा–सी; यू.एस.ए.–सी पी; फोरमोसा–एफ; फिलिपीन्स–फिल; भारत–सीओ; इन्डोनेशिया–पीओजे; पीरू–पीसीजी; इजिप्ट–ई; पुइर्टोरिको–पी आर और मारिसस–एम। इस सांकेतिक चिन्ह के आगे तीन या अधिक अंक लगे रहते हैं।

जैसा कि तालिका 1 में दिखाया गया है, एफ.ए.ओ. (1992) के अनुसार वर्ष 1992 में गन्ने के कुल कटे क्षेत्र करीब 1.8 करोड़ हेक्टेयर से 1.1 अरब टन गन्ना पैदा हुआ जिससे औसत ऊपज 61 टन प्रति हे० मिली जो 1979–81 के औसत उपज से 5 टन अधिक है। गन्ने के अग्रणीय उत्पादक देश क्रमशः ब्राजील, भारत एवं चीन हैं। उत्पादकता की दृष्टि से तुलना करना कठिन है क्योंकि पेड़ी की संख्या विभिन्न भूभागों में भिन्न होती है। दूसरा कारण सिंचाई जो कुछ देशों में समुचित रूप से दिया जाता है जैसे कोलम्बिया में। चीनी की पैदावार (अपकेन्द्री और अअपकेन्द्री) भारत में ब्राजील से अधिक होती है क्योंकि बाद वाले देश में अधिक मात्रा में गन्ना मद्यसार पैदा करने में

प्रयोग होता है जिसका मोटर यान में, पेट्रोल के बदले उपयोग होता है।

तालिका 1: विश्व का गन्ना उत्पादन

देश या भूखंड	1000हे०		मै.टन/हे०		1000 मै. टन	
	1979-81	1992	1979-81	1992	1979-81	1992
विश्व	13570	17934	56	61	769365	1104580
अफ्रीका	955	1243	64	57	61758	71369
इजिप्ट	105	112	83	103	8738	11624
मारिसस	70	78	68	82	5393	6400
दक्षिणी अफ्रीका	229	260	75	71	17345	187500
एन.सी.अमेरिका	2906	2901	58	57	170487	166281
क्यूबा	1305	1200	53	48	69322	58000
मेक्सिका	535	576	66	69	35234	39955
यू.एस.ए.	300	356	81	75	24465	26703
साउथ अमेरिका	3681	5251	58	66	215013	347649
अर्जेन्टिना	325	280	48	66	15607	18500
ब्राजील	2657	45207	55	66	147824	270672
कोलम्बिया	284	315	86	92	24667	28930
एशिया	5666	8110	52	60	294547	285854
चीन	624	1263	54	61	33848	77548
भारत	2788	3882	52	64	144912	249300
फीलीपीन्स	425	330	74	82	31511	27300
यूरोप	6	2	57	85	324	174
पुर्तगाल	2	—	21	80	23	4
स्पेन	4	2	67	85	301	170
ओसिनिया	356	428	76	78	27236	33253
आस्ट्रेलिया	290	348	80	84	23407	29300
फीजी	65	73	58	48	3785	3500
पपाउ एन. गुइनिया	1	7	40	66	41	450

एफ. ए. ओ.(1992)

2. वनस्पतिकी एवं कार्यिकी (Botany and physiology)

गन्ना एक बहुवर्षीय घास है जो "सूर्य की ऊर्जा संग्रह करने" यानी उसे चीनी तथा तंतु में परिवर्तित करने में काफी दक्ष है।

गन्ने के वनस्पतिकी एवं दैहिकी के विभिन्न पहलुओं पर जानकारी के लिए डिलेविन

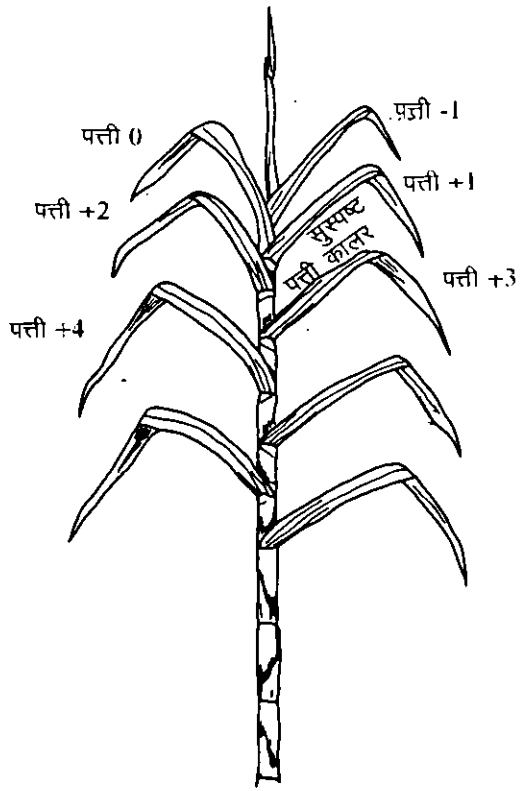
(Dillewijn) (1952) और एलेक्जेन्डर (1972) की पुस्तकें तथा बर इत्यादि (Burr et al) (1957) द्वारा समालोचना चिरसम्मत श्रोत है।

प्रवर्धन (Propagation): गन्ना, वृत के कटे टुकड़े जिसे सेट प्वाइंट (Point) या बीज भाग कहते हैं, से उगाया जाता है। प्रत्येक टुकड़े में एक या एक से अधिक आंख तथा गोलाई में बहुत से छोटे छोटे बिन्दु पर्वसंधि (नोड, Node) पर होते हैं जिसे जड़ आद्य (प्रीमोर्डिया, Primordi) कहते हैं। जब आंख अंकुरित होती है तो मौलिक प्ररोह (Primary shoot) तथा आद्य सेट जड़ों (Set roots) का जन्म देती हैं। द्वितीयक प्ररोह और प्ररोह जड़े (Shoot roots) मौलिक प्ररोह से निकलते हैं। बाद में तृतीयक प्ररोह पैदा होते हैं। आंख के अंकुरण के बाद करीब एक महीने तक नया पौधा, बीज भाग में सुरक्षित खाद्य पदार्थ के उपयोग तथा आंशिक रूप से सेट जड़ों द्वारा दिये गये पानी तथा पोषक तत्वों के प्रयोग पर जीवित रहता है।

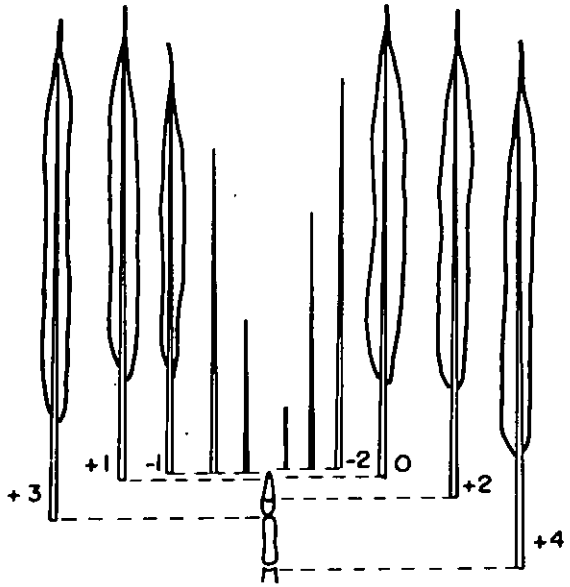
जड़े : जब प्ररोह से जड़े विकसित होने लगती हैं तथा अवशोषण तथा स्थिरण का कार्य प्रारम्भ कर देती हैं, तो सेट से निकली सभी जड़ें मर जाती हैं। नये पौधे में तीन तरह की जड़ें होती हैं। सतही जड़ें प्ररोह के आद्य से निकलती हैं जो 0.5-2.5 मी. लम्बी काफी शाखायुक्त होती हैं तथा अधिक मात्रा में पानी और खनिज तत्व पौधों को देने में समर्थ होती हैं। सहारा जड़ें प्ररोह के तले से 40-60° के कोण पर निकलती हैं जो 0.5-1.5 मी. लम्बी होती हैं। उनका मुख्य काम स्थिरण होता है। अन्त में रस्सा प्रणाली (Rope System) में जड़ें 5-6 मी. गहरी जाकर जमीन में शाखायें बनाती हैं (हाली डे– Halli day, 1956)। जड़ों के फैलाव का विवेचन कासाग्रांडे (Casagrande) (1991) द्वारा किया गया है। ब्राजील एवं अन्य स्थानों के परिणाम से पता चलता है कि ऊपरी 30 से.मी. जमीन में पूरे जड़ों के वजन का 40-60% जड़े तथा 30-60 से.मी. गहराई में 20-30% जड़ें मिलती हैं। जड़ों का विकास नमी, छिद्र का वितरण, मिट्टी का घनत्व और खनिज तत्वों की उपस्थिति विशेषकर फास्फोरस और कैल्शियम से होता है। ऐसा प्रतीत होता है कि गन्ना अपेक्षाकृत अल्युमीनियम विषैलापन (Alluminium Toxicity) का सहनशील है। वैसे प्रजातिगत विभिन्नता विदित है।

ठूँठी या जड़ स्कंध : (Stubble and Root Stock): ठूँठी या जड़ स्कंध प्ररोह का हिस्सा है जो जमीन के सतह के नीचे कई सेक्सन या पर्वो से मिलकर बना है। प्ररोह का समूह जो सेट के आंख से पैदा होता है उसे थान (Stool) कहते हैं। पौधों की कटाई, प्रायः तना या वृंत का कर्तन करके, जमीन की सतह के समीप से करते हैं। जिसके कारण बाद में भूमिगत प्ररोह की आँखों से कल्ला निकलना शुरू हो जाता है। फलतः प्राथमिक, द्वितीयक तथा तृतीय वर्ग के प्ररोह पहले जैसे ही पैदा होना शुरू हो जाते हैं। जब पौधों की कटाई हो जाती है तो जड़ निकाय कुछ समय तक कार्यशील रहती है और बाद में धीरे धीरे अगली फसल (पेड़ी) के नये प्ररोह से निकली जड़ों से प्रस्थापित हो जाती है।

किल्ला निकलना (Tillering) : कनखा निकलने की क्रिया जिससे क्रमशः प्ररोह पैदा होते हैं उसे किल्ला निकलना कहते हैं। यह कई कारकों से प्रभावित होते हैं जैसेः– प्रकाश, ताप, पानी और खनिज तत्व, बुवाई घनता (दो कतारों के बीच की दूरी), रोपण की गहराई, कीड़े और बिमारियों तथा रोपण का समय। बुल और ग्लैसजिओ (Bull and Glasziou) (1978) के अनुसार अधिक से अधिक 144 वृंत एक आंख से निकलते हैं। वास्तविक अभ्यास में यह संख्या काफी कम पायी गयी है। वृंत या तना बेलन आकार का औसतन 4 मी. लम्बा होता है। इसमें तंतु (रेशा) की मात्रा 9-17% होती है जो किस्म तथा वृद्धि परिस्थितियों पर निर्भर करती है। सुक्रोज की मात्रा भी उसी तरह प्रजाति, वृद्धि परिस्थितियां एवं उम्र पर निर्भर करती है और वह 7-13% तक होती है, वैसे नियमतः ऐसी भी प्रजातियां हैं जिसमें इससे अधिक सुक्रोज होता है। वृंत की संख्या प्रति यूनिट क्षेत्र, एक अकेला कारक है जो पैदावार से बहुत अधिक सम्बन्धित है (निकेल Nickell, 1977)



चित्र 1 : गन्ने के पत्तियों की संख्या निर्धारण पद्धति **कुईजपर** के अनुसार।



चित्र 2 : पत्तियों के संख्या निर्धारण की विस्तृत पद्धति।

पत्तियाँ:- गन्ने की पत्ती में एक पर्ण फलक (2-10 सेमी. चौड़ा, 1-2 मी. लम्बा), सुस्पष्ट मध्य शिरा और पर्णक पत्राधार (Sheath) होते हैं जो, उत्तक जिसे ड्यूलैप, कालर या पत्ती त्रिकोण कहते हैं से जुड़ा रहता है। पत्तियों की संख्या कुइजपर्स (kuijpers) विधानसे होता है जो कासाग्रांडे (Casagrande) (1991) ने उद्धृत किया । वृंत पर पहली पत्ती ऊपर से नीचे की तरफ जिसमें ललरी या कालर साफ दिखाई देती है +1, से मनोनीत की जाती है। (+1 पत्ती के कालर जोड़ के पीछे साफ साफ धारी (अक्सर सफेद) दिखाई देती है, उसके उपर किसी पत्ती के पीछे कालर जोड़ पर धारी नहीं दिखायी देती परन्तु इससे नीचे की सभी पत्तियों पर उक्त धारी होती है। +1 पत्ती को प्रथम धारी वाली पत्ती भी कहते हैं – अनुवादक)। उससे नीचे की ओर क्रम में +2 और +3 की संख्या देते हैं। अक्सर +3 पत्ती ताजी परिपक्व मानी जाती है जो खनिज तत्वों के स्तर परीक्षण में प्रयोग होती है (देखें चित्र 1 और 2, पुनः खीचा गया – कासाग्रांडे, 1991 से)

पुष्प गुच्छः पुष्प गुच्छ या पुष्पक्रम (इक्षु पुष्प, नर–मंजरी) में बहुत सी शूकिकाएं (Spikelets) होती हैं जिसमें पूर्ण पुष्प होते हैं। पुष्पण रात और दिन के पारस्परिक अवधि पर निर्भर करता है, जिसमें संचित शक्कर खर्च होता है और फलतः सुक्रोज की पैदावार घट जाती है।

प्रकाश संश्लेषण एवं चीनी संग्रहणः प्रकाश संश्लेषण पर अग्रणी कार्य हवाई के गन्ना कृषक प्रायोगिक स्टेशन (हवाइयन सूगर केन प्लांटर्स इक्सपेरिमेण्टल स्टेशन–Hawaiian Sugar Cane Plant. Expt. Station) द्वारा 1940 दशक के अंतिम वर्षों में $14CO_2$ (14सीओ$_2$) प्रयोग करके हुआ। यह प्रदर्शित किया कि गन्ने में मैलेट (Malate) प्रथम मुख्य लेबल्ड यौगिक पैदा होता है बजाय, 3–फास्फोग्लिसरिक एसिड (3–Phospho-glyceric acid) के, जैसा कि अन्य पौधों में पाया जाता है जो कार्बन डाई आक्साइड, काल्विन चक्र के अनुसार स्थिर करते हैं। ऐसा भी पाया गया कि समय के साथ मैलेट से लेबल हटकर 3– फास्फोग्लिसरिक एसिड में आ गया। गन्ने का सी-4 (C_4) चक्र या दो कार्बाक्सीलिक अम्ल चक्र अन्य पौधों के स्पीसीज में भी काम करता है और इसमें कुछ अद्‌भुत आंतरिक संरचना होती है। गन्ना और अन्य सी–4 (C_4) पौधों में हरित लवक (क्लोरोप्लास्ट) (Chloroplast) पर्ण मध्योतक (मीजोफील–Mesophyll) और उसके किनारे बंडल आच्छद (बंडलसीथ-Bundle Sheath) उत्तक जो कि संवहन बंडल (Vascular Bundle-बैस्कुलर बंडल) को घेरे रहता है, में स्थित रहता है। क्लोरोप्लास्ट पर्ण मध्योतक कोशिकाओं में प्रायः स्टार्च संचित नहीं करता, जबकि यह बंडल आच्छद कोशिकाओं में, जिसमें ग्राना (Grana) अनुपस्थित या कम मात्रा में पाया जाता है, स्टार्च एकत्र करता है (बुल और ग्लैसजिउ-Bull-Glasziu 1978)। पर्ण मध्योतक कोशिकाएं कार्बन डाई आक्साइड को पहले आक्जेलोएसिटेट (Oxalo acetate) में जड़ देती हैं जो आगे मैलेट में परिवर्तित हो जाता है। मैलेट का अभिगमन (Transport) बंडल आच्छद कोशिकाओं में होता, वहां उसका विकार्बनन क्रिया(Decarboxylation) द्वारा सीओ$_2$ और पाइरुभेट (Pyruvate) बनता है। सीओ$_2$ काल्विन चक्र में चली जाती है और 3–फास्फोग्लिसरिक अम्ल पैदा करती है। प्रकाश संश्लेषण क्रिया की अंतिम उत्पाद सुक्रोज का पर्ण मध्योतक से फ्लोयम संवह तंत्र (Phloem Vascular System) तक स्थानान्तरण प्लाज्मालेमा और कोशिका भीति से होकर होता है। यह स्थानान्तरण उपापचयी उर्जा (Metabolic Energy) के उपलब्धता पर निर्भर करती है और वह सुक्रोज वाहक द्वारा होता है जो पोटाश के अभिगमन से भी संलग्न होता है (मेसकेरेन्हस Mascarenhas 1987)। जब प्रकाश संश्लेषण होता है तो सुक्रोज का कुछ हिस्सा क्लोरोप्लास्ट से साइटोसोल (Cytosol) में जाता है तथा वहां से पौधे के अन्य हिस्सों तक पहुँच जाता है। शेष अस्थाई रूप में पत्ती में विशेषकर रिक्तिकाएं (Vacuole) में जमा हो जाता है। दोनों स्टार्च और सुक्रोज जो संचित होते हैं वे गतिमान हो सकते हैं तथा उनका अभिगमन या खर्च स्वसन क्रिया में होता है। पत्ती से वृंत तक सुक्रोज की गतिशीलता का अध्ययन 14–कार्बनडाईआक्साइड (14–कार्बन, $14CO_2$) का प्रयोग करके हार्ट इत्यादि (Hart *et al*) (1963) ने किया। उन लोगों ने पाया कि लेबेल पत्ती में तितर बितर हो जाता है किन्तु उसका प्रवाह रूख पर्णक पत्राधार के तरफ होता है। चूंकि पर्णक पत्राधार वृंत को घेरे रहती है इसलिए वितरण पूरे वृंत परिधि में समान रहता है। लेबेल (14-कार्बन, 14C) पर्व संन्धि पर पहुचता है जिससे पर्णक पत्राधार जुड़ा रहा है वहां से दारू

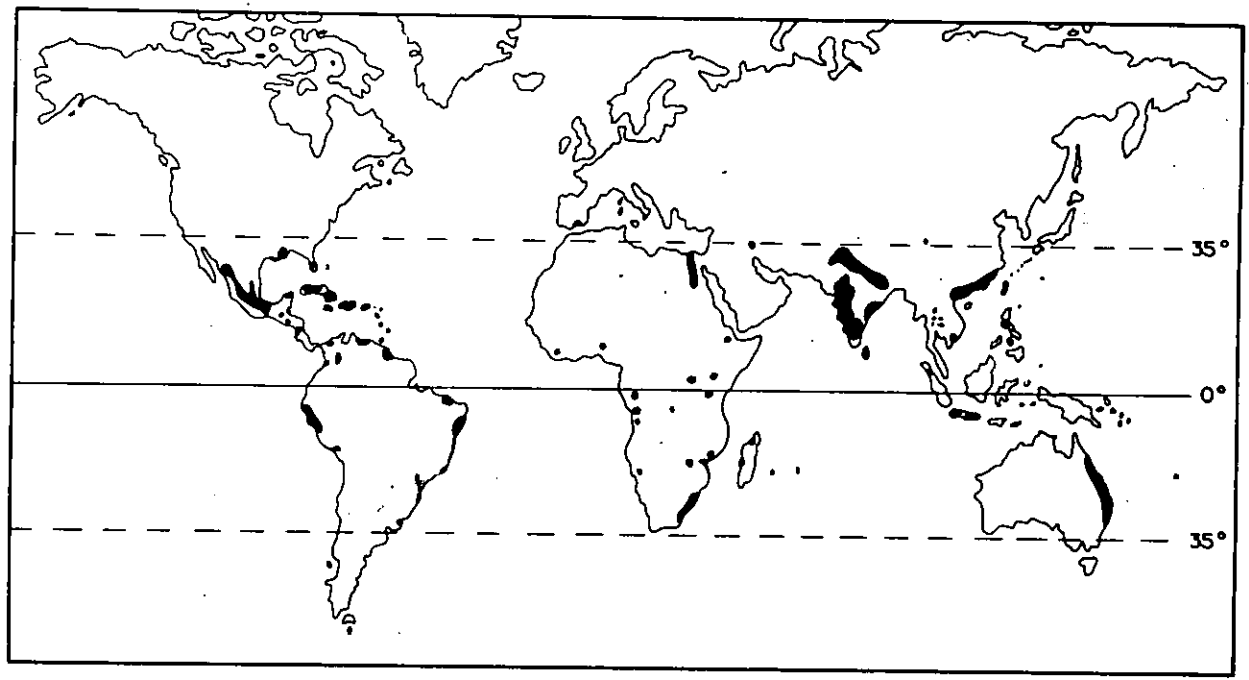
(Xylem) तथा फ्लोएम द्वारा पौधे के ऊपरी हिस्से तथा जड़ तक लगातार जाता है। गन्ना प्रकाश को रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित करने के लिए अत्यन्त कुशल पौधा माना जाता है। प्रकाश संश्लेषण की दर 100 मी.ग्रा. कार्बनडाईआक्साईड प्रति वर्ग डी.एम. प्रति घंटे मापी गयी है। अधिक जीव स्थूल (Biomass) की पैदावार अन्य कारण पर काफी निर्भर करता है जैसे अधिक प्रकाश संश्लेषण प्रति इकाई जो कि पर्ण क्षेत्रफल सूचकांक (LAI) और उत्पादन की अधिक अवधि चक्र से प्रभावित होता है।

वृद्धि प्रकृति, परिपक्वता एवं उपज (Growth habit, Maturation and Yield) : गन्ने में वृद्धि प्रकृति की विभिन्नता प्रजातियों के कारण दिखायी देती है। फिर भी प्रायः वृंत 2-4 मी. लम्बा एक साल में हो जाता है जिसमें तीन पर्वसंधि प्रतिमास की दर से पैदा होते हैं। नियमानुसार बावग गन्ना की कटाई 12-18 महीने में हो जाती है किन्तु इसमें विभिन्नता भू-भाग के अनुसार होती है, उदाहरण के लिए थाईलैण्ड के कुछ हिस्सों में गन्ने की कटाई केवल 10 महीने बाद होती है जबकि हवाई में 24 महीने बाद (काभालकान्ते जर Cavalcante jr. 1994 व्यक्तिगत संदेश)। उत्तरोत्तर पेड़िया 12 महीने के वृद्धि पर काट ली जाती हैं। लाभदायक पेड़ियों की संख्या किस्म, जलवायु, मिट्टी और कृषि प्रबंध के साथ कटाई ढंग पर निर्भर करती है। दो पेड़ियां सामान्य बात है। अनुकूल हालत में 6-7 ली जा सकती हैं। पत्तियों का जलाना कभी कभी फ्लेम थ्रोवर (उदारहण के लिए टेक्सास Texas और लोउसियाना Lousiana) से एक दस्तूर है जिससे कटाई (हाथ या यंत्र से) आसान हो जाती है। इससे वास्तव में तत्वों, विशेषकर नत्रजन एवं सल्फर का ह्रास होता है। कासग्रांडे (Casagrande) (1991) के अनुसार गन्ने के उपरी हिस्से में सूखा पदार्थ का पैदा होना समय के साथ होता है जो सिग्माएड कर्भ (Sigmoid Curve) के पाबंद होता है।

फसल की शुरु में वृद्धि करीब 6-7 महीने तक मंद गति से होती है। बाद में इसमें तेज वृद्धि की अनुगमन होती है जो 6-7 महीनों तक रहती है। इस दूसरे फेज में जमीन के ऊपर का 75% शुष्क पदार्थ पैदा हो जाता है। अंततः अगले करीब 3 महीने में वृद्धि धीमी पड़ जाती है तथा 11% जीव स्थूल पैदा होता है। शुष्क पदार्थ के बनने की दर 14 और 18 ग्राम प्रति वर्ग मी. प्रतिदिन क्रमशः ब्राजील और यू.एस.ए. (लोइसीयाना) में दर्ज किया गया है।

उपज भूखंडों के अनुसार भिन्न होती है और एक ही भूखंड कें भिन्नता के लिए प्रजाति, मिट्टी एवं जलवायु मुख्य कारक होते हैं। हमवर्ग और उलरिच (Humbert and Urich) (1969) ने उपज की चरम अभिसीमा 36-240 टन प्रति हे. उद्धृत किया।

करीब सभी गन्ना उगाने वाले क्षेत्रों में कटाई का समय एक सूखे समय (या बहुत कम वर्षा) तथा कम तापक्रम से संपाती होता है जो वृंत में सुक्रोज को एकत्र होने में सहायता देते हैं। ऐसी परिस्थितियों के रहने पर परिपक्वता "पोलरिस" जैसे रसायन से लाई जा सकती है (निकेल Nickell, 1977)। परिपक्वतावर्धक तत्व कायिक वृद्धि रोक देते हैं तथा चीनी के संचयन को बढ़ा देते हैं।



चित्र 3 : गन्ना उगाने वाले मुख्य क्षेत्र (पुर्नचित्रण फाउकोनियर और बोसरीऊ (Fauconnier and Bassereau) 1975 से)

3. मिट्टी एवं जलवायु (Soil & Climate)

गन्ना 35° (एन) (उ.) और 35° (एस) (द.) कटिबंध में समुद्र की सतह से 1000 मी. तक की ऊंचाई या थोड़ा और ऊंचाई तक विस्तृत विभिन्नता वाली मिट्टी प्ररूप पर उगाया जाता है। (चित्र 3 देखें)।

मिट्टी की रसायनिक बाध्यता जैसे अम्लता एवं कमजोर उर्वरकता सुधारना या रोकना कुछ आसान है। कमजोर भौतिक दशा जब बाध्यता होती है तो उसे सुधारना बहुत कठिन कार्य होता है। इसी कारण हमवर्ट (Humbert) (1968) गन्ने की पैदावार के लिए मिट्टी एक कारक पर चर्चा करते समय अधिक जोर इसके भौतिक गुण पर दिये हैं। यह बिना शंका के विस्तृत रूप से सही प्रतीत होता है क्योंकि अत्यधिक यांत्रीकरण, जिसमें भारी मशीनों का यातायात बुवाई से कटाई तक तथा गन्ने की चीनी मिल या शराब बनाने वाले स्थल तक की ढुलाई सम्मिलित है, से मिट्टी की भौतिक दशा बिगड़ सकती है। यह मिट्टी को बहुत ठोस बनाती है जिससे अधिक सामुहिक रूप से अतिरिक्त नुकसानदायक प्रभाव दिखते हैं: वायु एवं पानी के संचय एवं संचलन में कमी, जड़ की भौतिक वृद्धि में बाधा, मिट्टी तथा उर्वरक से खनिज तत्वों के अवशोषण में कठिनाई।

अंततोगत्वा भौतिक विधि (नीचे की मिट्टी को ऊपर लाना या मिट्टी काटना या गहरी जुताई) या जैविक साधन (हरी खाद देना वावग और पेड़ी फसल के बीच में) का प्रयोग करना पड़ेगा ठोस सतह को तोड़ने के लिए तथा जड़ों के स्वाभाविक रूप से विकास के लिए। ऐसा प्रतीत होता है कि अच्छी भौतिक अवस्था तब होती है जब आभासी घनत्व (Bulk Density) 1.1–1.2 के बीच (1.3 बालुई जमीन की) हो और बृहतरंध्रकाँश (Total porosity), के साथ समुचित संतुलन विभिन्न आकार के रंध्र के बीच, 50% से अधिक हो। जब रंध्र का आयतन कम होता है तो जड़ का अघपतन होता है। ब्राजील के अनुभव के आधार पर कोफेलर और बोंजेली (Kofeler & Bonzelli) (1987) ने मिट्टी के कुछ गुण बताये जो गन्ना उगाने के लिए उपयुक्त है।

जैसा कि तालिका 2 में देखा गया, अनेक भौतिक गुणों पर विचार करना है। उथली मिट्टी, जो बढ़ते हुए भूमिगत जल स्तर के चपेट में आती है, के ऊपर गन्ने का रोपण तब तक किया जा सकता है जबतक जल निकास और ऊँची मेंड़ की व्यवस्था रहती है। वह भूमि जो 1. 5 मी. या उससे कम गहरी है, फसल को सूखे से संवेदनशील बनाकर और तत्वों के प्रयोग में दक्ष बनाकर पौधों की वृद्धि रोक सकती है। यंत्रीकरण पर प्रतिबन्ध का मानदंड तालिका–2 में दिया गया है। यह उसके लिए लागू नहीं होगा जहां सभी कार्य आदमी या जानवर शक्ति से होता है।

तालिका 2 : गन्ना उगाने के लिए मिट्टी की अभिक्षमता के वर्गीकरण का मापदंड

अभिलक्षण	वर्ग			
	अच्छा	औसत	प्रतिबंधित	अयोग्य
प्रभावी गहराई	गहरा	मध्यम	उथला	बहुत उथला
मृदा गठन	मटियार	मध्यम अति मटियार	बलुई	रेत
उभरापन	समतल	ढालूपन	बहुत ढालूपन	पहाड़ी
उर्वरकता	अधिक	मध्यम या कम	बहुत कम	—
जल निकास	अच्छा	मध्यम से दृष्टिगत अपूर्णता या अपूर्ण	अपूर्ण	अत्यधिक कमी
यंत्रीकरण के प्रति अवरोध	अनुपस्थित	मध्यम	अधिक	अत्यधिक
मृदा कटाव की संभावना	कम	मध्यम	अधिक	बहुत अधिक

मिट्टी की विभिन्नता में जहां, गन्ने की अच्छी फसल उगायी जाती है, उदाहरण के रूप कें कुछ चुने हुए भूभाग, को वर्णमाला क्रम में प्रयुक्त किया जा सकता है। आस्ट्रेलिया, क्यूबा, भारत, दक्षिणी अफ्रीका और अमेरिका के बारे में सूचना हालीडे (1956) से लिया गया है। अमेरिकी वर्गीकरण सिद्धान्त का मानचित्र जो एवर्ट एवं टावेरनयीर (Aubert & Tavernier) (1975) और सेन्चेज (Sanchez) (1976) द्वारा प्रकाशित हुआ, उसका प्रयोग करके मिट्टी के वर्गीकरण का प्रयास किया गया है।

आस्ट्रेलिया :- मिट्टियां, अवशेष और अलुभियलस ग्रेनाइट और सिस्ट (Schist) और लाल ज्वालामुखी दोमद (अल्टीसोलस और वर्टीसोलस) (Ultisols & Vertisol) से निर्मित हैं।

ब्राजील:- तीन मुख्य गन्ना के भूखंड हैं। दो दक्षिणी–पूर्वी (साओ पालो और रीयोडी जैनिरो) और एक उत्तरी पूर्वी (अलागोस और परनाम्बुको प्रदेश) में है। साओपालो प्रदेश में करीब आधा क्षेत्र (47%) प्रतिनिधित्व करता है, बड़े भाग लोटोसोल रोक्सो (इउट्रसटाक्सा या इउट्रोर्थाक्स क्षारीय विस्फोटन चट्टानों से बनी मिट्टी से, जो बहुत गहरी और अच्छा जल निकासयुक्त, 40-60% मृतिका और विभिन्न प्रकार के विनिमय बेस से संपन्न होती है। दूसरा लाल पीला और लाटोसोल (उस्ट्रोक्स या ओर्थोक्स) का नम्बर आता है जो 13% है और बालू के पत्थर से तथा 15-30% मृत्तिका से मिलकर बनी है, यह काफी गहरी और अच्छे जल निकासयुक्त है। रेतीली लाल पीली पोडजोलिक (उल्टीसोल्स और अल्फीसोल्स) करीब 10% का प्रतिनिधित्व करती है। अन्य दक्षिणी, रिओडीजेनिरो प्रदेश और अटलांटिक समुद्री हिस्सों में उस्टोक्स या अर्थाक्स और उल्टीसोल 53% का प्रतिनिधित्व करती है। हाइड्रोमोर्फिक मिट्टी 38% क्षेत्र में फैली है चूंकि पानी वर्ष में

कुछ अवधि तक रहता है इसलिए जल निकास आवश्यक है। अंतिम रूप में उत्तरी पूर्वी भाग में उस्टोक्स या अर्थाक्स यूल्टिसोल्स, अल्फीसोल्स मिलाकर पूरे का 3/4 भाग घेर लेती है। दोनों उत्तरी पूर्वी और साओपोलो प्रदेश जो अल्कोहल और चीनी पैदा करने में ब्राजील में अग्रणी है उसमें लाल और पीली बालू (Psamments) जो बहुत कम धनायन विनिमय क्षमता (CEC) और उर्वरा शक्ति वाली होती हैं वह भी खेती के लिए प्रयोग की जाती हैं। तालिका 3, जो कि मालवोल्टा और क्लीमैन (Molavolta and Kliemann) (1985) का थोड़ा संशोधन है, ब्राजील के एरेबुल लेभेल में मिट्टी की उर्वरकता स्तर की ब्याख्या करती है। नियमानुसार जब गन्ने की मिट्टी पहली बार जोती गयी थी तो उसमें न्यूनतम या मध्यम उर्वरकता स्तर पायी गयी। चूना, उर्वरक, अवशेष जैसे फिल्टर निचोड़न खली, चीनी कारखाने का अवशेष, खोइया का कम्पोस्ट और हरी खाद के प्रयोग से मिट्टी की उर्वरकता का स्तर पर्याप्त वर्ग तक पहुंच गयी। और विस्तृत जानकारी, ओरलैण्डों और जम्बेलो जर (Orlando and Zembello Jr.) (1983) द्वारा ब्राजील में गन्ने की मिट्टी पर दी गयी है।

कोलम्बिया:- कोलम्बिया के मिट्टी पर आँकड़े गुर्रेरो (Guerrero) (1991) तथा गार्सिया ओकम्पो (Garcia Ocampo) (1991) द्वारा प्रस्तुत किये गये हैं। मुख्य गन्ना उत्पादक क्षेत्र भाले डेल काउका है। मोलिसोल्स मिट्टी जिसकी क्षारक संतृप्ति 50% से ऊपर है गहरी, अच्छे जल निकास के साथ अच्छी उर्वरकता वाली है जो पूरे क्षेत्रफल के 1/3 भाग में फैली है, भर्टीसोल्स, जो मांटमोरिलोनाइट से संपन्न है का दूसरा स्थान है। ये मिट्टियाँ सूखने पर फट जाती हैं तथा गीले होने पर फैल जाती हैं। इन्सेप्टीसोल्स जिसकी वारीक से मध्यम मृदा गठन है, सी.ई.सी. मध्यम से अधिक तक है भोलिसोल के बराबर क्षेत्र घेरे हुए है। अन्य मिट्टियां जो पूरे क्षेत्रफल में हैं वे अल्फीसोल्स, इन्टिसोल्स और उल्टीसोल्स हैं।

क्यूबा:- मध्य और पूर्वी क्यूबा के मिट्टी के मुख्य गुण हैं गहराई और अधिक मात्रा में मटियार (Clay) की मात्रा लाल मेटन्जस मटियार जिसमें यद्यपि कि 90% से अधिक मृत्तिका है फिर भी बड़े आसानी से जल निकास जमीन की सतह से लेकर7 मी. या इससे भी अधिक नीचे पड़े चूने के पत्थर की चट्टानों तक हो जाता है। ओरिएंट क्षेत्र में भुरभुरी मृत्तिका का साँप के आकार का जमाव 15 मी. गहराई तक होता है। पश्चिमी क्यूबा में बलुई मिट्टी है, जो अन्य से बिल्कुल भिन्न है। अधिकतर क्यूबा की मिट्टी मोलिसोल्स है।

भारत:- गन्ना दो इलाकों में उगाया जाता है। पहला इण्डो गंगेटिक अलूभियल क्षेत्र की विस्थापित मिट्टी। दूसरा इलाका पेनिसुला का "तलछट या अवशिष्ट मिट्टी"। उत्तरी क्षेत्र की मिट्टी अधिक उपजाऊँ है। पहले क्षेत्र में निम्न क्रम हैं: अल्फीसोल्स और उल्टीसोल्स। पेनिसुला में भर्टीसोल्स, इनसेप्टीसोल्स और अल्फीसोल्स मिट्टियां हैं।

दक्षिणी अफ्रीका: गन्ने के इलाके की मिट्टी शुरू में निम्न रूप से वर्गीकृत की गई (अ) ताजा बालू, लालपन या भूरा रंग, निम्न जैव पदार्थ (ब) अलूभियल मिट्टी, अम्लीय से

क्षारीय, अक्सर अधिक पानी स्तर (स) कांग्लोमरेट से उत्पन्न, उथली, लोहे के ग्रेभेल की सतह मृत्तिका के ऊपर। (द) शेल से उत्पन्न (इ) वेसल्ट्स और डोलेराइट्स से उत्पन्न उपजाऊँ गहरी 30-30% मृत्तिका के साथ अम्लीय (फ) बालू के पत्थरों से उत्पन्न, गहरी और विभिन्न उर्वरा शक्ति (जी) ग्रेनाइट से उत्पन्न, उथली से गहरी तक, अनुपजाऊँ (एच) बालू के पत्थर या डोलोराइट से उत्पन्न, अम्लीय, जैव पदार्थ से सम्पन्न। अल्फीसोल्स, उल्टीसोल्स और आक्सीसोल्स मुख्य मिट्टी के गुण हैं।

अमेरिका:- लोइसीयाना में मिट्टी विस्तृत रूप से अलुभियल से उत्पन्न हुई (मिसीसीपी अलूभीयल और लाल नदी के तलछट) और तटवर्ती प्रेरी मिट्टी से। वे इन्सेप्टीसोल्स और उल्टीसोल्स हैं। पी.एच. सामान्यतः उदासीनता (Neutrality) के नजदीक, मध्यम मृदा गठन और कभी कभी जैव युक्त है। फ्लोरीडा की मिट्टी में 40-50% जैवी पदार्थ, उच्च पी.एच. और 5% कैल्सियम आक्साइड है। वे सामान्यतः हिस्टोसोल्स गण से संबंधित हैं। हवाइयन आइलैण्ड में उल्टीसोल्स और इन्सेप्टीसोल्स मुख्य गुण हैं। अल्फीसोल्स और उल्टीसोल्स टेक्सास में फसल को आलम्ब देती हैं।

हमबर्ट (Humbert) (1968) ने गन्ना उगाने के लिए "आदर्श" जलवायु के निम्न गुण बताये (1) लम्बा, गर्म, गृष्म कालीन फसल वृद्धि का मौसम पर्याप्त वर्षा के साथ, पौधा 148-300 ग्राम पानी का प्रयोग 1 ग्राम शुष्क पदार्थ को पैदा करने के लिए करता है (बर इत्यादि Burr et.al 1957) (2) अधिक प्रकाशयुक्त ठंडा किन्तु पालाविहिन मौसम परिपक्वता तथा कटाई के लिए चाहिए– पोधों में नमी की मात्रा निरन्तर घटती है जैसे कि यह 83% बहुत नये पौधों में होती है, घट कर परिपक्व पौधें में 71% हो जाती है, उसी बीच सु क्रोज 10% से भी कम से बढ़कर 45% से अधिक शुष्क पदार्थ में इकट्ठा हो जाता है। (बर इत्यादि 1957) (3) तूफान तथा तेज आँधी से मुक्त मौसम। फाउकोनीर और बासेरीउ (Fauconnier and Bassereau) (1975) और अल्फोन्सी (Alfonsi)(1987) ने विस्तृत रूप से इस विषय पर चर्चा की है। पारिस्थितिकी कारक के मात्रात्मक प्रभाव जो वृद्धि और पैदावार से संबंधित हैं, का विवेचन क्लीमेन्ट्स (Clements) (1980) ने किया है।

वृद्धि का तापक्रम से अधिक नजदीकी संबंध है। यह 25° से० से नीचे धीमी पड़ जाती है और अधित्यका (Plateau) तक 30-40° से० के बीच पहुच जाती है, वृद्धि 35° से० से ऊपर घटती है और सही माने में 38° से० से उपर यह रूक जाती है। तापक्रम 0° से० नीचे होने पर कम ढके हिस्सों जैसे नयी पत्तियां और लैटरल बड्स में हीमीकरण प्रेरित होती है। छति ठंडे तापक्रम के अवधि पर निर्भर करती है। सी–4 पौधा होने के नाते गन्ना में बहुत अधिक प्रकाश संश्लेषण की दर होती है और इसका प्रकाश संतृप्ति विस्तार (बिन्दु) काफी अधिक होता है। वृंत की वृद्धि बढ़ती है जब सूर्य प्रकाश 10-14 घंटे तक होता है। सम्पूर्ण वर्षा 1100 से 1500 मि.मी. प्रायः पर्याप्त होती है यदि उसका उचित वितरण हो : काफी वर्षा कायिक वृद्धि के महीनों में तथा क्रमशः कम होकर सूखे का समय परिपक्वता अवस्था में। जिस वर्ष ताप क्रम और वर्षा अधिक होती है तो कायिक

वृद्धि चीनी के पैदावार के खर्च पर चालू रहती है। दक्षिणी अमेरिका और दक्षिणी पूर्वी एशिया में ऐसी ही दशा होती है।

तालिका 3 : ब्राजील की मिट्टी में रसायनिक गुणों की व्याख्या (1)

तत्व	निम्न	मध्यम	पर्याप्त या उच्च्य
नत्रजन%	<0.09	0.09.0.14	>0.14
पी.एच.(पानी में)	<5.0	5.0-6.0	6.1-6.5
फासफोरस (माइक्रोग्राम/से.मी.³)			
मेहलिच 1	<5	5-10	11-20
रेजिन	<10	10-20	21-30
विनिमेय पोटेशियम	<0.10	0.10-0.24	0.25-0.30
(मीलीइक्वी./100से.मी.³)			
%सी.इ.सी.	<2	2-3.9	4-5
कैलसियम	<1.5	1.5-4.0	4-5
(मिलीइक्वी./100से.मी.³)			
%सी.इ.सी.	<20	20-30	30-50
मैगनीसियम	<0.5	0.5-1.0	1.0-1.5
(मीलीइक्वी./100से.मी.)			
%सी.इ.सी.	<5	5-10	11-15
अल्मोनियम	<0.4	0.4-0.6	0.7-1.0
(मिलीइक्वी./100 से.मी.*)			
संतृप्ति (मी.)	<20	20-40	>40
भी%	<25	25-49	50-60
सल्फ–एस ओ4	<5	5-10	11-15
(माइक्रो ग्राम/से.मी.³)			
बो. (बी) (पी.पी.एम.)	<0.10	0.1-0.3	04-0.5
काप. (सीयू.) "	<0.4	0.4-0.7	0.8-1.2
आई. (एफई.) "	<20	20-30	31-40
मैंग. (एमएन.) "	<3	3-5	6-10
जिंक. (जेडएन.) "	<0.5	0.5-1.0	1-2

(1) सल्फ–एसओ$_4$ अमोनियम एसिटेट+एसिटिक एसिड में; बो. : गरम पानी; काप; आइ; मैन्ग और मैग.– मेहलिच में।

4. खनिज तत्व पोषण

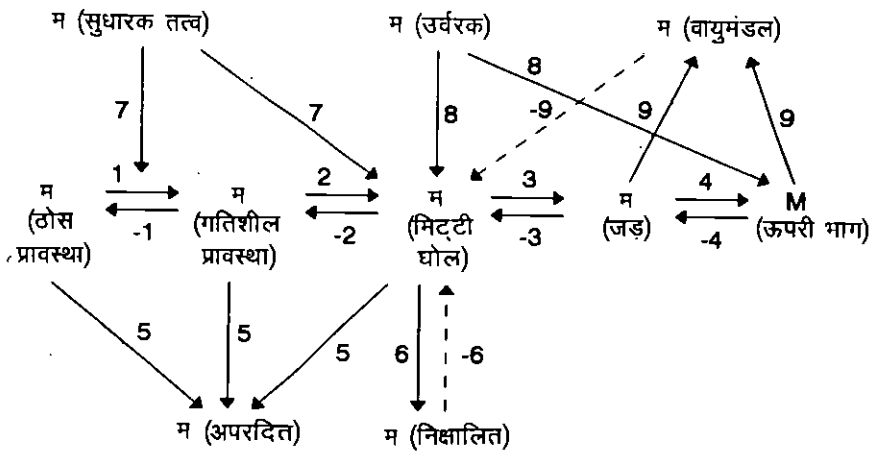
मिट्टी –पौधा– वायुमंडल निकाय को प्रदर्शित चित्र 4 में किया गया है जिसमें उर्वरक और सुधारक तत्वों का स्थान इंगित है। म प्रतीक है मुख्य पोषक तत्व जैसे नत्रजन (एन. नत्र; N), फास्फोरस (P,पी; फास.), पोटैशियम (K,के.,पोट.) कैल्सियम (Ca,सीए, कैल.), मैगनेसियम (Mg,. एमजी, मैंग.), सल्फर (S एस.; सल्फ.), या सूक्ष्म तत्वों जैसे बोरान (B, बी.बो.) क्लोराइड (Cl,सीएल.,क्लो.), कोबल्ट (Co, सीओ., कोब), कापर (Cu सीयू., काप.), लोहा (Fe, एफई., आई.) मैगनीज (Mn, एमएन. मैंग),

मालिब्डीनम (Mo, एमओ. मालि.), निकल (Ni, एनआई., निक.) सेलेनियम (Se, एसई, सेल.), सीलिकान (Si., एसआई., सिल.) जस्ता (Zn, जेडएन., जिंक) और सम्भवतः (क्योंकि गन्ना एक सी4 पौधा है) सोडियम (Na, एनए, सोड.)

ठोस प्रावस्था का मतलब जैव पदार्थ और खनिज हिस्सा जो म का साधन या भंडार है। गतिशील प्रावस्था विनिमेय कम्प्लेक्स को सम्बोधित करता है। मिट्टी घोल पौधों को तुरन्त पोषक तत्व देने का साधन है। म (वायुमण्डल) गन्ने के लिए मुख्यतः नत्र. और सल्फ. को प्रदर्शित करता है जो फसल काटने के बाद प्ररोह जलाने से निकलता है।

विभिन्न अंकों का स्थानान्तरण प्रक्रिया में अर्थ निम्न है।

1. अपक्षय, खनिज मोचन और परिवर्तन
-1. स्थिरण, गतिहीनता
2. डिसार्पशन
-2. एडसार्पशन
3. अवशोषण
-3. उत्सर्जन, ह्रास
4. अधिक दूरी से अभिगमन
-4. स्थानान्तरण, परिसंचारण
5. कटाव
6. निक्षालन
7. चूना का पत्थर या फास्पो जिप्सम डालना
8. उर्वरक डालना
9. जलाना
-9. संचय (वर्षा या अन्य)



चित्र 4 : मिट्टी–पौधा–वायुमंडल निकाय : खण्ड और स्थानान्तरण प्रतिक्रियाएं

जैसाकि चित्र–4 में दिखाया गया है, सुधारक पदार्थ डालने से प्रायः उपरी एवं भीतरी सतह की अम्लता सुधर जाती है साथ में संबंधित अभिगमन प्रक्रिया भी प्रभावित होती है जो उपलब्धता (1,2) और पोषक तत्वों को मिटट्री द्रव (सीए, एमजी, एस) में बढ़ाती है।

उर्वरक डालने का अभ्यास केवल एक तत्व को मिट्टी घोल में डालने तक संबद्ध है, जब पौधों की मांग मिट्टी की पूर्ति शक्ति से बढ़ जाती है। उदाहरण के लिए

म (उर्वरक) = म (मांग–पूर्ति) × एफ

जहां एफ, एक कारक जो एक से बड़ा होता है। प्रकारांतर म और स्थानीय दशा विभिन्न प्रकार के ह्रास की पूर्ति के लिए पूर्वबाध्य होते हैं जैसा कि योजना में दर्शाया गया है।

4.1. पोषक तत्वों का संचय

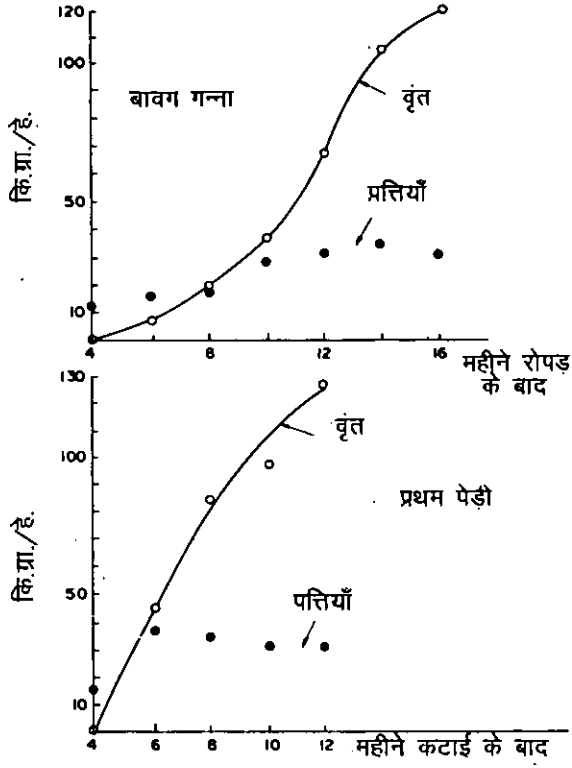
पोषक तत्वों का उद्वहन (Uptake) और जीवस्थूल का बनना समय का कार्य है जो समानान्तर सिग्माएग्ड वक्र रेखा के रूप में वर्णित है। डिलेवीजिन (Dillewijn) (1952) ने पहला उदाहरण पेश किया जिसमें पूरे थान (जड़ तथा ऊपरी भाग) द्वारा दस महीने के चक्र में एन०, पी०, के०, सीए०, और एमजी० की मात्रा का हटाना दर्शाया। उसी तरह का अध्ययन अन्य देशों में भी हुआ किन्तु उसमें माप तथा विश्लेषण केवल जमीन के ऊपर के हिस्से (तना और पत्ती) का किया गया। वैसा ही प्रतिदर्श (Pattern) कायम है।

ओरलैण्डे फिल्हो (Orland Filho 1978) द्वारा एकत्र किये गये आकड़े को मालवोल्टा (Malavolt 1982) ने चित्र 5 और 6 को तैयार करने में प्रयोग किया, ये चित्र क्रमशः जीवस्थूल और मुख्य तत्वों का संचय प्रजाति सी.बी. 41.76 में ब्राजील की वातावरण में बताते हैं।

औरलैण्डो फिल्हो (Orland Filho) (1978) द्वारा एकत्र किये गये आकड़े को मालवोल्टा (Malavolt) (1982) ने चित्र 5 और 6 को तैयार करने में प्रयोग किये। ये चित्र क्रमशः जीवस्थूल और मुख्य तत्वो का संचय प्रजाति सी.बी. 41.76 में ब्राजील की वातावरण में बताते हैं।

दो चित्रों की तुलना यह प्रदर्शित करता है कि बावग गन्ना और पहली पेड़ी में एक नजदीकी संबंध वृंत के पैदावार में वृद्धि और एन० और के० के संचय में है, जो यह बताता है कि इन दोनों तत्वों का प्रतिरूप गन्ने के पौधे के पोषण और उर्वरण में एक एक समान हैं। तत्वों का अधिकतम उद्वहन दर पौधे के उच्च वृद्धि दर की अवस्था में होना तालिका 4 में दिया गया है।

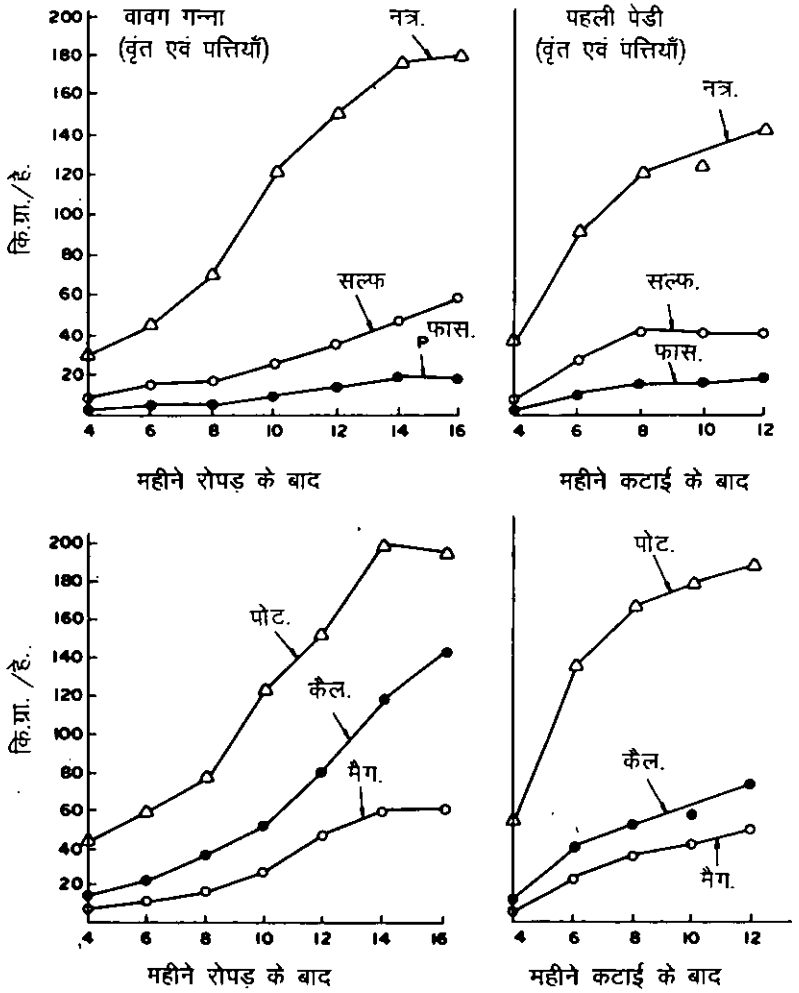
वास्तव में मिट्टी भण्डार को इससे भी अधिक मात्रा में पोषक तत्व उपलब्ध करना पड़ता है क्योंकि जड़ के अन्दर की मात्रा इसमें सम्मिलित नहीं है। अगर ऐसा सम्भव नहीं होता है तो उर्वरक द्वारा उसकी पूर्ति करते हैं। यह स्मरण रहे कि पेड़ी द्वारा अवशोषण



चित्र 5 : प्रजाति सीबी 41-76 का वृद्धि वक्र (ताजा भार)।

तालिका 4 : वृहत् पोषक तत्वों का अधिकतम् उद्‌वहन (Uptake) दर बावग गन्ना और प्रथम पेड़ी में।

तत्व	बावग गन्ना : 8-12 महीने (180 दिन) (कि०ग्रा०/हें०/दिन)	प्रथम पेड़ी : 4-8 महीना (120 दिन) (कि.ग्रा./हे०/दिन)
नत्रजन (नत्र.)	0.59	0.73
फास्फोरस (फास.)	0.08	0.11
पोटैशियम (पोट.)	0.71	0.95
कैल्सियम (कैल.)	0.45	0.33
मैगनीशियम (मैग.)	0.24	0.26
सल्फर (सल्फ.)	0.16	0.31



चित्र 6 : प्रजाति सी.बी. 41-76 द्वारा वृहत् तत्वों का अवशोषण।

प्रति इकाई समय बावग फसल से अधिक होती है। दोनों फसलों के वक्र रेखा की तुलना यह प्रदर्शित करती है कि बावग फसल को नत्रजन का कुछ हिस्सा रोपण के बाद मिलना चाहिए, जिससे की अवछलन हास तथा बाद के वृद्धि समय की उच्च आवश्यकता पूरी हो जाय। बलुई भूमि में पोटैशियम के लिए भी ऐसा करना चाहिए क्योंकि उसमें अवछलन होता है। पेड़ी के लिए नत्र. और पोट. का उर्वरक बावग फसल काटने के तुरंत बाद दे देना चाहिए ताकी पौधा अपनी जड़ तंत्र अधिक तेजी से सुधार सके जिससे तत्वों का इतना अवशोषण हो जाय जो वृंत और पत्तियों की मांग को पूरा कर सके।

तालिका 5 सूक्ष्य तत्वों का संचयन प्रस्तुत करती है। नियमतः वही प्रतिरुप पाया गया है जो वृहत् तत्वों का था, यानी थोड़ी मात्रा में उद्‌वहन फसल चक्र के शुरुआत में होती है। इसके बाद अधिक अवशोषण की अवधि आती है और अंत में अधित्यका की प्रवृत्ति आ जाती है। प्रजाति सीओ 419 में अति ताजे वृंत और पत्ती का वजन क्रमशः 110 टन और 30 टन प्रति हेक्टेयर पाया गया।

4.2 निष्कर्षण, निर्यात और तत्वों का ह्रास

क्लीमेन्ट्स (Clements) (1980) लिखे कि "एक फसल के पोषण में किसी तत्व के बारे में अधिक जानकारी के लिए यह आवश्यक है कि खेत में उगे हुए हालत में कई फसलों के सभी विभिन्न भागों का विश्लेषण फसल के पूरे वृद्धि काल में की जाय"। यह प्रतीत होता है कि फसल जिसके बारे में ऐसी पूरी सूचना नहीं उपलब्ध है और स्व० क्लीमेन्ट्स जिसे विशेषकर कह रहे थे वह है गन्ने की फसल।

फिर भी उनके योगदान का हिस्सा तालिका 6 में संक्षेप में एक उदाहरण के रूप में प्रस्तुत है। सभी तत्व, संभवत : मालिब्डीनम को छोडकर, अधिक मात्रा में विभाज्य–वृद्धि हिस्सा में पाये जाते हैं। पोटैशियम की मात्रा सभी अन्य तत्वो तथा हिस्सो से अधिक होती है। सामान्यतः वृहत् और सूक्ष्म पोषक तत्वो की मात्रा पौधे में निम्न घटती क्रम में पायी जाती है।

पोट. > नत्र. > फास. > कैल. > सल्फ. > मैग > क्लो. > आई. > जिंक > मैंग > काप. > बो. > मालि.

'गन्ने के खनिज तत्वों की आवश्यकता पर अधिक प्रकाशित आंकड़े केवल भूमि के ऊपरी हिस्से यानी वृंत और पत्तियों का उल्लेख करते हैं। तालिका 7 में वृहद और सूक्ष्म तत्वों की मात्रा बावग गन्ने के पूरे पौधे में दर्शाया गया है। सूचना के मुख्य स्रोत थे – कटानी इत्यादि (Catani et. al) (1959) ओरलैण्डो फिल्हो (Orlandofilho) (1978) हैग इत्यादि Hagg et. al (1978) सैम्पाओ इत्यादि Sampaio et. al (1987) कार्नडोर्फर (Corndorfer) (1989)

पौधों द्वारा पोषक तत्वों का ग्रहण कई कारक द्वारा प्रभावित होता है जैसे : प्रजाति, मिट्‌टी की दशा, चक्र की अवधि, फसल भांति (बावग, पेड़ी)। पोषक तत्वों की आवश्यकता निम्न घटते क्रम के पाबंद हैं : सिल. > पोट. > नत्र. > कैल. > मैंग = सल्फ. > फास. > आई. > मैंग > क्लो. > जिंक > काप. > बो. > मालि। दूसरी तरफ मिल योग्य वृंत में निर्यात इस क्रम में होता है। पोट. > सिल. > नत्र. > कैल. = मैंग. > सल्फ. > फास. > आई. > मैंग. > जिंक > बो. = काप. > मालि। आवश्यक तीन मुख्य वृहत तत्वों में पोट. सबसे अधिक वृत में मांग और स्थानान्तर.ा प्रदर्शित करता है।

पेड़ी फसल द्वारा तत्वों की मांग पर कम सूचना है। ओरलैण्ड फिल्हो इत्यादि (Oriland Filho et al) (1980) तथा तालिका 5 का आंकड़ा 8 तैयार करने के लिए लिया गया। निम्नलिखित घटता क्रम दिखाया गया।

तालिका 5 : सूक्ष्म पोषक तत्वों का संचय प्रजाति सी.बी. 41–76 के वृंत और पत्तियों में (ग्राम/हेक्टेयर)

उम्र	बो०		काप०		आई०		मैंग०		मालि०		जिंक	
महिनों	वृ०	प०	वृ०	प०	वृ०	प०	वृ०	प०	वृ०	प०	वृ०	प०
4 बावग फसल	1.8	31	3.1	29	62	2145	30	363	–	–	10	71
4 पहली पेड़ी	1.0	23	3.5	52	125	4774	18	415	–	–	6	60
6 बावग फसल	11	51	11	59	283	4006	64	642	–	–	27	107
6 पहली पेड़ी	35	54	57	105	2979	13714	166	978	–	–	117	153
8 बावग फसल	28	66	36	75	604	2682	196	907	0.4	0.8	77	181
8 पहली पेड़ी	96	73	170	181	1770	9816	831	933	–	–	212	217
10 बावग फसल	79	81	60	65	1114	5023	416	1173	21.3	1.9	155	204
10 पहली पेड़ी	87	56	237	107	929	8458	891	1496	–	–	270	202
12 बावग फसल	147	116	119	121	1719	8218	618	1526	1.9	0.6	278	310
12 पहली पेड़ी	116	61	307	145	1350	3521	957	1351	–	–	341	179
14 बावग फसल	235	129	194	167	3242	13394	1212	1741	1.3	4.0	381	396
16 बावग फसल	249	139	243	98	3130	7018	1331	1915	–	–	573	352

(1) मालि. का आंकड़ा प्रजाति को 419 का ग्लोरिया इत्यादि 1964 से और प्रजाति सी बी 41–76 का सोब्रल और बेबर 1983 से लिया गया है। वृं = वृंत, प. = पत्ती

तालिका 6 : गन्ने के पौधों के विभिन्न भागों में पोषक तत्वों की मात्रा *

भाग	नत्र.	फास.	पोट.	कैल.	मैग.	सल्फ.	क्लो.	बो.	काप.	आई.	मैग.	माली.	जिंक
	% सूखा पदार्थ									(पीपीएम सूखा पदार्थ)			
विभज्य	1.77	0.55	4.48	0.42	0.26	0.34	0.24	7	11	78	23	1.6	153
स्पिन्डिल क्लस्चर	1.30	0.14	2.14	0.17	0.06	0.12	0.10	2	4	54	9	1.8	30
नया पर्ण फलक	1.18	0.10	1.67	0.24	0.05	0.11	0.036	6	4	68	11	2.0	17
पुराना पर्ण फलक	0.89	0.07	1.33	0.20	0.09	0.13	0.004	4	5	80	16	2.7	17
नया पर्ण पत्राधार	0.45	0.06	2.66	0.18	0.07	0.24	0.076	1.5	3	35	6	2.1	14
पुराना पर्ण पत्राधार	0.31	0.04	1.95	1.17	0.07	0.35	–	2	5	52	15	3.3	12
हरी पत्ती वाला गन्ना	0.42	0.06	2.00	0.09	0.07	0.08	0.008	1.5	4	27	2	0.5	19
उपरी पर्व	0.20	0.03	1.15	0.04	–	–	–	–	–	–	–		–
मध्य पर्व	0.14	0.03	0.77	0.03									
निचला पर्व	0.19	–	0.36										

* बावग फसल करीब 12 महीना पुराना, 24 महीने के चक्र में नत्र., फास., पोट., और कैल. के लिए। पौधे बालू संवर्धन (माध्यम) से अन्य सभी तत्वों के लिए।

मांग : पोट. >नत्र >कैल. >मैग >सल्फ. >फास;
आई. >मैंग >जिंक. >काप. >बो.

निर्यात : नत्र. = पोट. >कैल. >मैंग >सल्फ >फास;
आई >मैंग >जिंक >काप. >बो.

सिद्धान्ततः प्रतिरूप वैसा ही है जैसा कि बावग फसल में पाया गया।

तालिका 7 : वृहत् और सूक्ष्म पोषक तत्वों की मात्रा बावग फसल के भूमिगत और वाह्य हिस्सों में।

तत्व	जड (1)	मिल–योग्य वृंत (2)	पत्तियां (3)	योग
		कि.ग्रा./हे.		
नत्र.	8	83	77	168
फास.	1	15	8	24
पोट.	4	109	105	218
कैल.	2	30	45	77
मैंग.	1	29	18	48
सल्फ.	2	25	22	49
क्लो.	–	–	1	1
सिल.	–	98	150	248
		ग्रा./हे.		
बो.	34	214	144	392
काप.	13	201	105	711
आई.	4900	3800	7900	16600
मैंग	84	1170	1981	3235
मालि.	–	4	10	14
जिंक	72	437	336	845

(1) औसत 5 प्रजातियों का : 1.5 टन शुष्क भार (2) औसत 3 प्रजातियों का तीन तरह की मिट्टी में उगाया गया, सिल., और मालि. छोड़कर : 102 टन हरा भार (3) 3 मिट्टियों का औसत : 1 प्रजाति का; सिल. मालि. और कैल. को छोड़कर : 27 टन हरा भाग

तुलना के लिए तालिका 9 तैयार की गयी है। यह वृहत् और सूक्ष्म तत्वों की मात्रा प्रति मैट्रिक टन मिल–योग्य बावग और पेड़ी फसल के वृंत में बताती है।

यह देखा जा सकता है कि सूचनाएं जो इस शोध पत्र में संक्षेप की गयी हैं वह श्रीवास्तव इत्यादि (Srivastava et al.) (1992) द्वारा विश्व साहित्य से लिये गये बावग गन्ने के आंकड़ों तथा कोले इत्यादि, (Coale et al.) (1993) के पेड़ी फसल के परिणाम (पोट. छोड़कर) से मेल खाता है।

जैसा कि चित्र 4 में इंगित है मिल योग्य वृंत में निर्यात के अलावा तीन और कारण है जिससे गन्ने के खेत से पोषक तत्वों का हास होता है : गन्ने की पत्ती तथा कूड़ा

करकट को जलाने, उक्षालन (Leaching) और भूमि कटवा से। यह अनुमान किया जा सकता है कि जब गन्ने की पत्ती तथा कूड़ा करकट को जलाते हैं कटाई से पहले, तो सभी नत्रजन वायुमंडल में चली जाती है यानी करीब 70 कि.ग्रा./हे. 100 टन फसल से (तालिका 7 देखें)। कम से कम 75% एस. की भी वही भाग होती है जिसकी मात्रा करीब 16 कि.ग्रा. प्रति हे. होती है। इस नत्र. और सल्फ. का कुछ हिस्सा फिर खेत में आ जाता है या तो कण या अमोनिया, नाइट्रेट या सल्फेट के रूप में वर्षा द्वारा। उक्षालन

तालिका 8 : वृहत् और सूक्ष्म पोषक तत्वों की मात्रा पहली पेड़ी में

तत्व	मिल–योग्य वृंत (1)	पत्तियां (2)	योग
		कि०ग्रा०/हे०	
नत्र.	77	63	140
फास.	16	9	25
पोट.	72	120	192
कैल.	40	32	72
मैंग.	33	18	51
सल्फ.	27	18	45
		ग्रा./हे.	
बो.	116	61	177
काप.	307	145	452
आई.	1350	3521	4871
मैंग	957	1315	2272
जिंक	341	179	520

(1) 114 टन/हे. (2) 30 टन/हे. हरा भार

द्वारा नत्रजन का ह्रास 14-21 कि.ग्रा. प्रति हे० सेल्सिडो और सैम्पियो Salcedo & Sampaio (1984) द्वारा नापा गया जब 60 कि०ग्रा० नत्रजन विभाजित ढंग से (Split) या एक ही बार में क्रमशः खेत में डाल दिया गया।

4.3 पोषक तत्वों का प्रभाव (Effect of Nutrients)

यद्यपि कि वृहत् और सूक्ष्म तत्वों का सामान्य कार्य सभी उच्च पादप में एक समान है फिर भी कुछ पहलू हैं जो विशेषकर गन्ने के लिए है।

नत्रजन (Nitrogen-एन-N-नत्र.): गन्ने के जड़ तथा मूल परिवेष (Rhizosphere) में जैविक नत्रजन यौगिकीकरण (Biological Nitrogen fixation - BNF, बी०एन०एफ०) कुछ समय से विदित है। बीजेरींकिया जाति (Beijerinckia sp.) के संगत में खेत में

50 कि०ग्रा० तक नत्रजन का यौगिकीकरण हुआ (डावेरीनर इत्यादि 1972, 1973) इससे भी बड़ी मात्रा, 99.5 कि०ग्रा० रूचेन (1975) द्वारा दर्ज किया गया है।

तालिका 9 : पोषक तत्वों की एक टन मिल योग्य वृंत में मात्रा

तत्व	बावग फसल		पेड़ी फसल	
	श्रीवास्तव इत्यादि (1992)	यह शोध पत्र	कोले इत्यादि (1993)	यह शोध पत्र
	कि.ग्रा.		कि.ग्रा.	
नत्र.	0.80-1.75	0.81	0.76	0.67
फास.	0.13-0.20	0.15	0.22	0.14
पोट.	0.01-4.61	1.61	3.33	0.63
कैल.	0.30-0.50	0.29	0.34	0.36
मैंग.	0.29-0.39	0.28	0.25	0.29
सल्फ.	0.25	0.24	–	0.23
	ग्रा.		ग्रा.	
बो.	1.20-2.00	2.10	–	1.00
काप.	0.50-2.00	1.90	–	2.70
आई.	31.00	37.00	–	12.00
मैंग.	11.00	11.00	–	12.00
मालि.	0.01	0.04	–	–
जिंक	2.50-4.50	4.30	–	3.00

एक नये तरह का पौध – जीवाणु संगत जो आज तक नत्रजन यौगिकीकरण जीवाणु के रूप में नही मालुम था उसका हाल ही में उल्लेख किया गया (उर्क्वीगा इत्यादि, 1992 डावेरिनर, 1992)। तीन इस तरह के नये जीवाणु एसिटोबैक्टर डाएजोट्राफिकस *(Acetovacter diazotrophicus)*, हर्बेस्पीरीलम सिरोपेडिसी *(Herbaspirillum seropedicae)* और ह. रूब्रिसुबाल्विकान्स *(H.rubrisuballican)* जो अविकल्पी या प्रभुत्व पूर्ण रूप से अतः पौधी *(endophytic)* है यानि वे मिट्टी में कम मिलते और गन्ना के तने या पत्तियों में प्रचुर मात्रा में पाये जाते है। भेसिकुलर माइकोराइजल *(Vesicular mycorrhizal spores)* कवक ग्लोमस क्लेरम *(Glomous Clarum)* का स्पोर्स ए० डाइजोट्राफिकस के लिए गन्ने के जड़ तक पहुचने के साधन हैं। गन्ने की बहुत सी प्रजातियाँ जो कमजोर मिट्टी से भरे बड़े गमले जिसमें पी० और के० उर्वरक डाले गये थे, में उगाये गये है, उनके बावग या क्रमशः दो पेड़ी फसल में नत्रजन नही डाला गया। इस हालत में ऊपज जो मिली वह ब्राजील के औसत पैदावार से अधिक थी। गणना द्वारा पाया गया कि तीनों फसलों के कुल नत्रजन की आवश्यकता का 60 प्रतिशत योगदान बी०एन०एफ० द्वारा होता है।

मिट्टी घोल से जड़ों द्वारा लिये गये नत्रजन का स्थानान्तरण ऊपरी भाग में होता है। पत्तियों, विभज्य और जड़ों में नत्रजन का समावेश जैव यौगिक जैसे एमिनोएसिड्स, एमाइडस और प्रोटिन में होता है। जैसा कि तालिका 6 में दिखाया गया है कि सबसे अधिक नत्रजन प्रतिशत विभज्योतिकी उत्तक में पाया जाता है और इसके कारण वृद्धि और पोषक तत्वों के मात्रा में कुछ अनुपातिकी होती है (क्लीमेण्ट्स इत्यादि 1941)। ताकाहासी (1959) का कार्य हवाई में दिखाया है कि पत्ती पर डाले गये नत्रजन का अवशोषण तेज होता है, जब 0.2 ग्राम ^{15}एन. लेवेल्ड यूरिया पर्णक पत्राधार और वृत के बीच में रख दिया गया। पौधे का नमूना और विश्लेषण करने पर यह सुनिश्चित हो गया कि प्रयोग के 24, 72 और 168 घंटो बाद डाले गये यूरिया का अवशोषण क्रमशः 45, 74, और 79 प्रतिशत हो जाता है। आइसोटोप (isotope) पहले पर्णक पत्राधार में इकट्ठा होता है फिर पर्ण फलक में और बाद में ऊपरी हिस्से में हस्थानान्तरित हो जाता है। यद्यपि कि कुछ टैग्ड (tagged) नत्रजन नये उत्तकों में जाता है फिर भी अधिकतर उपचारित पत्तियों में ही रह जाता है। ऐसा लगता है कि नये पौधे आवश्यकता से अधिक नत्रजन लेते हैं। इस तरह का विलासित उपभोग पौधे के लिये बहरहाल लाभदायक है क्योंकि एकत्रित नत्रजन नये वृद्धि के लिए प्रयोग होगा जिससे पुराने उत्तक (पत्ती तथा पर्वसंधि) में इसकी मात्रा घट जाएगी (सैम्पाओ इत्यादि 1988)

किल्लो का निकलना नत्रजन से सुधर जाता है। नत्रजन कमी वाली मिट्टी (अक्सर कम कार्बनिक पदार्थ) में ऐसा लगता है कि बी०एन०एफ० अधिक नहीं होता है क्योंकि उसमें नत्रजन उर्वरक का धनात्मक प्रभाव पड़ता है किन्तु अत्यधिक नत्रजन सुक्रोज की मात्रा को वृत में घटा देती है जिसके कारण नुकसान दायक हो सकता है। तालिका 10, हमबर्ट (1963) से ली गयी है जो यह दिखाती है कि नत्रजन देने से पैदावार बढ़ने के बावजूद भी चीनी की पैदावार प्रति है० घट जाती है। ऐसा लगता है कि अवांछित प्रभाव परिपक्वता में देरी लाने के कारण होता है। यह प्रक्रिया नये वृद्धि के बढ़ने से जो, या तो संचित चीनी को खर्च करके या वृत में इसके एकत्रीकरण में रूकावट डालने के फलस्वरूप सम्पन्न होती है।

तालिका 10 : अधिक नत्रजन का गन्ने की पैदावार एवम् गुणता पर प्रभाव

नत्रजन	गन्ना	चीनी	
कि०ग्रा०/हे०	टन/हे०	प्रतिशत	टन/हे०
177	245	9.5	23.0
277	267	9.0	23.7
377	260	8.5	22.2

नत्रजन का अन्य प्रभाव डीलेवीन (1952) ने सक्षेपित किया। गन्ना जिसे समुचित नत्रजन की मात्रा दी गयी है वह अधिक रसदार होता है उसके तुलना में, जो कम नत्रजन पर उगाया गया है। इसका मतलब है कि रस में पतलापन एक प्रक्रिया है जिसके द्वारा

नत्रजन का गुणता पर प्रभाव प्रदर्शित होता है: बढ़ते हुए नत्रजन का प्रभाव रेशे पर वास्तव में उल्टा है : जब नत्रजन की मात्रा बढ़ती है तो यह घटता है। नत्रजन का नरमंजरी (tasseling) के निकलने की क्रिया पर बुरा प्रभाव पड़ता है। दूसरी तरफ अधिक नत्रजन गन्ने के गिरने को बढ़ावा देता है, विशेषकर जब के० की कमी हो। फसल वृद्धि के अन्तिम समय में अधिक नत्रजन के देने से आई स्पाट बीमारी (eye spot disease) *(Helminthosporium sacchari)* बढ़ने की सम्भावना बढ़ जाती है। नत्रजन की बढ़ोत्तरी में टाप राट बीमारी जो फ्यूजेरियम मोनिलीफोमी *(Fusarium moniliforme)* से होती है की ग्रहणशीलता बढ़ जाती है। यह उल्लेख किया गया है कि कीड़ा सफेद टाप बोरर *(Scirpophage auriflua)* का बहुत अधिक बाहुल्य हो जाता है जब नत्रजन अधिक मात्रा में दी जाती है।

फासफोरस : (Phosphorus – पी. -P- फास.) : यह कोशिका विभाजन के लिए जरूरी है जो वृंत तथा जड़ की लम्बाई में वृद्धि के लिये जिम्मेदार है यानी गन्ना के पौधे का विकास। हमवर्ट (1963) वास्तव में लिखते है कि "फासफोरस जड़ और प्ररोह के विकास पर चमत्कारी प्रभाव डालता है।" जब फासफोरस की कमी होती है तो जड़ निकाय का विकास बहुत दुर्बल होता है। द्वितियक जड़ रोम की वृद्धि रूक जाती है। फलस्वरूप मिट्टी और मिट्टी घोल से सम्बन्ध करने के लिए जड़ की सतह (आयतन) बहुत निम्न हो जाती है। कमजोर जड़ विकास का मतलब है अपर्याप्त हवा (श्वसन के लिए) पानी और पोषक तत्वों की पूर्ति पूरे पौधे के वृद्धि के लिए। फासफोरस की कमी से कम किल्ले निकलते है तथा पर्व की लम्बाई तथा परिधि घट जाती है। रेडियोएक्टिव फासफोरस (Radioactive Phosphorus) के अवशोषण के अध्ययन का विवेचन बर इत्यादि (1957) द्वारा हुआ है। इससे यह प्रदर्शित हुआ कि जब 32 पी० (32P) द्रव माध्यम में डाला जाता है तो रेडियोएक्टिवीटी को वृत में 30 मिनट के अन्दर मापा जा सकता है, एक घण्टे बाद 32 पी० पूरे पत्तियों में बराबर फैल जाता है, दो महिने के बाद नयी पर्ण फलक में रेडियो एक्टिवीटी पुराने के तुलना में अधिक पाया गया है और तत्काल बना वृंत 32 पी० में उतना ही समृद्ध था जितना जनक पौधा। अन्य अध्ययन जिसमें रेडियो एक्टिव फासफोरस का अंतः क्षेपण तना में हुआ या वह पत्ती को दिया गया–सिद्ध किया कि इसका अंतः वृंत में स्थानान्तरण होता है।

क्लीमेन्ट (1980) याद दिलाये सुगर का संश्लेषण, प्रकाश–संश्लेषण की क्रिया में (देखें वनस्पतिकी एवम् भौतिकी खण्ड) इसमें सुक्रोज का बनना फक्टोज और ग्लूकोज से होता है और उन सबका स्थानान्तरण बहुत प्रकार के फासफेट यौगिक से सम्भव होता है।

अन्य वैज्ञानिकों में हैग (1965) ने दिखाया है कि जब पौधा फासफोरस की कमी में उगाया जाता है तो सुक्रोज की मात्रा वृंत में घट जाती है, सम्भवतः नुकसानदायक प्रभाव दोनो, फसल वृद्धि और चीनी की पैदावार पर डालकर।

पोटेशियम (Potassium - पोट.. के०. K): जैसा कि तालिका 8 में दिखाया गया है गन्ने में पोटाश की बहुत आवश्यकता होती है। मिल योग्य वृंत के समस्त का 80 प्रतिशत के० रस में होता है। पोटैशियम के इकत्र होने का झुकाव नये अंग में होता है (तालिका 6) जिसके कारण पुरानी पत्तियों तथा वृंत से के० खिंच जाता है। ऐसा प्रतीत होता है कि जब जीर्णता शुरू होती है तो स्थानान्तरण पत्तियों से वृंत की तरफ होता है। पोटैशियम का स्थानान्तरण दोनों पोटाश सम्पन्न या कमी वाले पौधे में होता है। ट्रेसर तकनीक ने यह दिखाया है कि पी० और के० और साथ में नत्रजन और कार्बन भी लगातार पूरे पौधे में चक्र काटते है। प्रत्येक अंग साझा संचय से के० लेता है जो कि वृद्धि और अन्य दैहिकी प्रक्रियाओं के लिए आवश्यक है (बर इत्यादि 1957)

पोटैशियम का भूखा गन्ना कम वृद्धि और अधिक पतला वृंत प्रदर्शित करता है। जड़ निकाय का विकास भूमि से ऊपर वाले हिस्से की तुलना में कम प्रभावित होता है इसलिए के० कमी वाले पौधे में जड़/ऊपरी भाग का अनुपात सामान्य पौधो से अधिक होता है।

पोटैशियम की कमी वाले पौधे में निम्न चीनी की मात्रा होती है (हार्ट 1934, हैग 1965) जो कि कम प्रकाश–संश्लेषण या पत्ती से वृंत तक स्थानान्तरण के घटने के फलस्वरूप होता है जिसके कारण दोनों साधन/सिक सम्बन्ध में विच्छिन्नाता आती है। हमवर्ट (1963) ने बताया कि प्रकाश–संश्लेषण की क्रिया पत्ती में घटती है जैसे जैसे के० की कमी के लक्षण बढ़ते हैं। एक पत्ती जो कमी के लक्षण नहीं दिखाती और जिसमें 0.9 प्रतिशत के० सूखे पदार्थ में होता है वह नार्मल (1.70-11.89 प्रतिशत के०) के तुलना में 10 प्रतिशत कम सी ओ$_2$ (CO_2) जकड़ती है । इस तरह पत्ती जिसमें तीक्ष्ण पौटैशियम की कमी के लक्षण (सूखना और नेक्रोसिस किनारे और ऊपरी हिस्सो का) दिखायी देने के साथ साथ 0.4 प्रतिशत के. हो तो 84–98 प्रतिशत तक प्रकाश–सश्लेषण का कार्य घट जाता है। 14 सी ओ$_2$ ($14CO_2$) जो लेवेल्ड सूगर मे बदल जाती है, की सहायता से यह सुनिश्चित किया गया है कि के0 की कमी सश्लेषण किये गये पदार्थो का स्थानान्तरण पत्ती से सचंय अंग जैसे वृंत तक घटा देती है।

पौटेशियम की कमी से एन०, पी०, सीए०, एमजी०, एस० और एफई० का गाढ़ापन पौधे में बढ़ जाता है या तत्वो के उत्तक में कम तनकरण के कारण हो सकता है क्योंकि वृद्धि घट जाती है। पर्व संधि में अक्सर एफ ई० की मात्रा बढ़ जाती है। डीलेविन (1952) के अनुसार काली माती बीमारी जावा मे लोहे के टाक्सीसीटी जो पौटेशियम की कमी से उत्प्रेरित होती है, के कारण हो सकता है।

नत्रजन की तरह, पौटेशियम पानी की मात्रा बढ़ाने में सहायक होता है, जिससे गन्ने अधिक रसदार बन जाते है। ऐसी रिपोर्ट उपलब्द है कि पौधो की कुछ बीमारियाँ जो, जैसे हेल्मिन्थोस्पोरियम सेकेरिम *(Helminthosporium sacchari)* से होती है के० उनके लिए प्रतिरोधिता बढ़ाता है। ऐसा विचार प्रस्तुत है कि के० का लाभकारी प्रभावत अंशतः इस सत्यता से है कि वह क्यूटिकिल (Cuticle) की मोटाई बढ़ाता है जिससे कवक का प्रवेश उत्तक में बहुत कठिन हो जाता है। (डीलेविन 1952)।

पौटेशियम रस में भस्म की मात्रा बढ़ा देता है क्योंकि यह उसका मुख्य अवयव है। अधिक भस्म की मात्रा चीनी के निष्कासन में निगेटिव प्रभाव डालती है। भस्म के० का मेलासीजेनिक प्रभाव क्रिस्टलीकरण को अधिक जटिल बना देता है विशेषकर भ्रमात्मक न्यूक्लिआई के बनाने से जो औद्योगिक स्तर पर उत्पादन घटा देता है। दूसरी तरफ अधिक भस्म की मात्रा अल्कोहल का उत्पादन बढ़ाने में सहयोग देती है क्योंकि यह इस्ट को पोषक तत्व देता है जिससे खमीर उठाने की दर बढ़ जाती है।

कैलसियम (Calcium-Ca - सीए० – कैल०) तालिका 6 प्रदर्शित करती है कि सीए० : विभज्य में अधिक होता है। जैसे पौधा पुराना होता है सीए० पत्तियों में दुगना बढ़ जाता है (इमान्स 1942)। पूर्ण विकसित पौधे के पुरानी पत्तियों में सीए० की मात्रा करीब करीब वृत एवम् हरी पत्तियों की कुल मात्रा के बराबर होती है। हमवर्ट (1968) उद्धृत करते है 45 सीए० (45Ca) रेडियोएक्टिव कैल्सियम का अध्ययन जो हवाई में किया गया उससे यह इंगित होता है कि तत्व गतिवान है, वृंत के सभी हिस्सों और साथ में अन्य वृंतों में भी जो उसी थान से निकलते है। यह बताया जा सकता है कि पुरानी पत्तियों में अधिक कैलिसयम की मात्रा, गन्ने के उत्तकों में अक्सर, इसके सीमित स्थानान्तरण होने के कारण होता है।

माध्यमों में बहुत अधिक सीए०, के० का अवशोषण अवरोध कर देता है और यह सर्वविदित प्रक्रिया आयन प्रतिद्वन्द्विता (ion antagonism) है। इस हालत में लोहा पुराने उत्तकों में ऐसी बनावट में इकट्ठा हो जाता है जो नये अंगो में स्थानान्तरित नही हो सकता। इस कारण अधिक सीए० की मात्रा हरिमाहीनता (Chlorosis) ला सकती है। ऐसा हवाई में उन मिट्टियों में पाया गया है जहाँ सीए० एक्सचेंज कम्पलेक्स में अधिक हो। पोटाश की खाद वह कमी दूर कर देती है जिसके पर्णक पत्राधार में के० 1.07 से बढ़कर 3.85 प्रतिशत हो जाता है जबकि सीए 00.49 प्रतिशत से घटकर 0.27 प्रतिशत हो जाता है।

कैलिसयम मिडिल लैमला का आवश्यक अवयव है जो एक पर्त के रूप में समीपस्त कोशिका भीति को जोड़ता है तथा मुख्यतः पेक्टेट की रचना में निहित होता है। यह विदित है कि कैलिसयम पेक्टेट पानी सोखकर फैल जाता है और ऐसे प्रमाण है कि यह गन्ने के पौधे की सरसता की मात्रा से सम्बन्धित होता है (डीलेविन 1952)।

अन्य उच्च पौधों की भांति कैल० गन्ने में एक मुख्य भूमिका तत्वों के जड़ द्वारा उद्वहन में अदा करता है जो इस वास्तविकता की व्याख्या करता है कि जब सीए० तत्वों के घोल में नही शामिल किया जाता तो पौधों की वृद्धि पर प्रभाव अधिक उग्र हो जाता है। हैग (1965) ने पाया कि सीए0 विहीन तत्व घोल में कम किल्ले निकलते है तथा 50 प्रतिशत तक जड़ की वृद्धि घट जाती है।

मैगनीसियम (Manganesium : Mg, एमजी०, मैग०) : पर्णहरिम (Chlorophyll) का एक अवयव होने के नाते मैगनिसियम वृद्धि और गन्ना के पौधें के उचित कार्यशीलता के लिए जरूरी है। यद्यपि मैगनीसियम पौधों द्वारा उस दर से जमीन से लिया जाता

तालिका 11 : गन्ने के पौधे में तत्वों की कमी के लक्षण के कारण

तत्व	कारण
कोई	मिट्टी में निम्न भण्डार
	अनुपस्थिति या अपर्याप्त मात्रा उर्वरक में या
	चूना प्रयोग कार्यक्रम
नत्रजन	कम जैव पदार्थ।
	अधिक अम्लता (खनिज मोचन एवम् परिवर्तन का अभाव)
	कम वर्षा " " " "
	अधिक वर्षा (निक्षालन)
फासफोरस	अधिक अम्लता या अधिक सैक्सक्वीआक्साइड (स्थिरण)
	अत्यधिक चूने का प्रयोग (सहज पूर्ति में कमी)
पोटैशियम	अत्यधिक चूने का प्रयोग (उद्वहन के लिए प्रतियोगिता)
	अधिक वर्षा (बलुई भूमि में निक्षालन)
कैल्सियम और मैगनीशियम	अत्यधिक पोटैशियम उर्वरक कार्यक्रम में (प्रतियोगिता)
सल्फर	नत्रजन देखे : सांद्रित उर्वरक का प्रयोग
बोरोन	नत्रजन देखे : अत्यधिक नत्रजन (तनुता या उद्वहन में अवरोध)
	अत्यधिक चूने का प्रयोग (सहजपूर्ति में ह्रास)
कापर	अत्यधिक फासफोरस उर्वरण कार्यक्रम में (उद्वहन में अवरोध) अत्यधिक चूने का प्रयोग (सहज पूर्ति में ह्रास)
आईरन	अधिक जैव पदार्थ और नमी (सहजपूर्ति में कमी)
	अत्यधिक चूने का प्रयोग (सहजपूर्ति में ह्रास)
मालिब्डिनम	अधिक अम्लता (सहज पूर्ति में कमी)
	अत्यधिक सल्फेट (उद्वहन में अवरोध)
जिंक	अत्यधिक चूने का प्रयोग (सहज पूर्ति ह्रास)
	अधिक पी० उर्वरक प्रोग्राम में (उद्वहन में अवरोध)

है जो सीए० के समान होता है किन्तु इन दोनो तत्वों के वितरण में काफी अन्तर होता है जैसा कि डिलेविन (1952) ने बताया है कि एकत्रित मैगनिसियम की मात्रा सूखी पत्ती में तुलनात्मक दृष्टि से सीए० से कम होती है। हैग (1965) बताते हैं कि यदि मैगनीसियम पोषक तत्वों के घोल से हटा दिया जाय तो इसका प्रभाव न तो किल्ले निकलने पर, न वृंत में और न तो सुक्रोज के मात्रा पर पड़ता है। ऐसा पौधे के सीड में संचित तत्व होने तथा मैगनीसियम का पौधो में प्रयोग से पहले एकत्र होने के नाते हो सकता है। मैगनीशियम की गतिशीलता भली भांति मालुम है।

सल्फर (Sulphur : S, एस०, सल्फ) : तालिका 6 में प्रदर्शित होता है कि अन्य पोषक तत्वों की भांति एस० भी विभज्य में अधिक मात्रा में होता है। फिर भी पुराना पर्णक पत्राधार जितना अधिक हो सके एस० रखता है। जब सल्फर की कमी होती है तो पौधों में शक्ति का अभाव होता है, कम वृद्धि होती है और वृत कम परिधि में हो जाते है जो वृद्धि बिन्दु के तरफ नुकीला होते हुए दिखाई देते है (डीलेविन 1952)। हमवर्ट (1968) का विश्वास है कि सल्फर के अभाव का प्रभाव कार्बोहाइड्रेट मेटावालिज्म पर, गन्ने के पौधे में, पड़ सकता है। वास्तव में सल्फर को पोषक तत्वों के धोल से निकाल देने पर वृंत के सुक्रोज की मात्रा में 50 प्रतिशत की कमी आ जाती है (हैग 1965)

5. कमी के लक्षण एवम् उसके कारण :-

जब एक निश्चित पोषक तत्व मिट्टी घोल में नही उपस्थित होता है, उस मात्रा में जो स्वाभाविक वृद्धि और विभेदन के लिए पर्याप्त हो, तो कुपोषण के संभावित दृष्टिगत लक्षण दिखाई देते है। चूंकि पोषक तत्व एक ही तरह का कार्य सभी जातियों मे करते हैं इसलिए एक आम अभिधान विद्यमान है। फिर भी कुछ लक्षण अधिक विशेष होते हैं। ऐसा देखा गया है कि असमान्यता दृष्टिगोचर हो और पडचाना जाय तथा उसके सुधारने के उपाय किये जाने से पहले ही पैदावार "छिपी भूख" (Hidden hunger) के कारण सीमित या कम हो जाती है। कमी के लक्षण वास्तव में सभी प्रक्रियाओं के कड़ी का अंत है जो मालिकक्यूलर स्तर से शुरू होकर कोशिका हिस्से में परिवर्तन लाकर पूरे कोशिका को परिवर्तित कर देता है। जब कई कोशिकाएं या उत्तक प्रभावित होते है तो लक्षण दिखाई देते हैं।

जैसा कि तालिका 11 में प्रदर्शित है, पोषक तत्वों की कमी जो लक्षण के रूप में दिखाई पड़ते हैं कई कारण से उत्पन्न हो सकते हैं। मुख्य तीन कारण विदित है यानि शुरू में कम तत्व भंडार जैसा कि उष्ण प्रदेश की पुरानी अपक्षायित मिट्टी में, सहज पूर्ति का घटना तथा उर्वरक कार्यक्रम की मात्रा में तत्वों की कमी।

अक्सर कमी के लक्षण पत्तियों में पहले दिखाई पड़ते है या पहचान में आते हैं। अन्य अंग जैसे वृत और जड़ भी प्रभावित होते हैं। तत्वों के स्वभाव के अनुकूल नई या पुरानी पत्तियां पहले लक्षण प्रदर्शित करती हैं। यह वास्तव में एक तत्व के स्थानान्तरण या दुबारा वितरण–तत्व की फ्लायेम में गतिशीलता प्रतिबिम्बित करता है। निम्नलिखित कुंजी कमी के लक्षण पहचानने के लिए यह लेखा जोखा रखता है कि कौन सा अंग शुरू में प्रभावित होता है, पुरानी पत्ती या नई पत्ती या स्वयम् जड़ें।

कुँजी प्रयोग करने से पहले यह अनुमोदित किया गया है कि कुछ कदम लिये जाँय यह पता करने के लिए कि क्या यह असामान्यता पोषक तत्वों के गडबड़ी से है। निम्नलिखित आर्हताँए पूरी होनी चाहिए जब कमी के लक्षण हो या टाक्सीसीटी के लक्षण हो।

1. सामान्य रूप से : बड़ी भूमि के क्षेत्र में उपस्थित होना चाहिए वरना अन्य कारण जैसे कीड़े बीमारियाँ, धरती की कटाव और मिट्टी की गहराई हो सकती है।

2. अंग सामंजस्य : एक निश्चित पत्ती और उसके बाद वाली अवश्य विकृति दिखानी चाहिए।

3. ग्रेडिएंट : तत्व के स्वभाव के अनुसार कमी का लक्षण नयी पत्ती से पुरानी पत्ती को बढ़ेगा या इसका उल्टा होगा।

निम्नलिखित कूजी विस्तृत रूप से माल मोल्टा (1982) और एन्डरसन और बावेन (1990) पर आधारित है।

5.1 लक्षण पहले पुरानी पत्तियों में केन्द्रित रहते हैं

बिना हरिमाहीनता के

पर्ण फलक शुरू में गाढ़ा हरा तथा नीला हरा के साथ लम्बाई और चौड़ाई में कम होती है। नोक सूखा होता है। वृंत पतला छोटे पर्व के साथ। किल्ला निकलना और जड़ वृद्धि कमजोर ..... फास्फोरस

हरिमाहीनता के साथ

एक समान पीलापन :

हल्की हरी तथा पीली पत्तियां धीरे धीरे पूरे थान (स्टूल) में हो जाती है। पर्ण फलक का नोक और किनारा अपरिपक्व अवस्था में सूख जाता है। वृद्धि रूक जाती है। वृंत पतला तथा कम किल्ले निकलना ..... नत्रजन

असमान पीलापनः

धब्बे : पर्ण फलक से धीरे धीरे हरापन का हटना, छोटे अनगिनत पीले धब्बे जो बाद में भूरा होकर अपने केन्द्र से मर जाते है। वरीयता में पत्ती के किनारे तथा नोक पर वितरित होते है। नीचे की पुरानी पत्तिया पूरी भूरी रस्टी (लोहे के जंग का रंग) जली हुई होती है। मध्य शिरा की ऊपरी परत लालपन लिए हरे बेरंग हो जाती है। कम वृद्धि एवम् कम किल्ले निकलना, वृत का पतला होना छोटे पर्व के साथ .... पौटेशियम

छोटे पीले धब्बे जो लालपन लिए हुए भूरे रंग में बदल जाते है अपने केन्द्र में मर जाते है। मरा हुआ क्षेत्र आपस में मिल जाते है और पूरी पत्ती रस्टी दिखने लगती है। पत्तियां ने अपरिपक्व अवस्था में मर जाती है। अपर्याप्त जड़ विकास, वृंत पतला और मुलायम ..... कैलिसयम

पर्णफलक हल्का हरा। बाद में पूरे पत्ती में छोटे पीले धब्बे जो भूरेपन में बदल जाते हैं और रस्टी स्वरूप दिखाते हैं जैसा कि कैलिसयम की कमी में दिखता है। पत्तियों का सूखना पूरे थान की मृत्यु कर सकती है। वृंत पतला/दबी हुई वृद्धि ---- मैगनीसियम

महीन गोल सफेद धब्बे नई पत्तियों में कम पाये जाते हैं। अपरिपक्व पुरानी पत्तियों

का मुरझाना। अपर्याप्त किल्लों का निकलना ..... सिलिकान

धारियां : पीली धारियां 1-3 मि.मी. चौड़ी और 1 से.मी. या उससे अधिक लम्बी शिराओं के बीच में तथा नोक पर अधिक केन्द्रित होती हैं। समय के साथ धारियों के बीच का हिस्सा बैजनीपन में परिवर्तित हो जाता है। पुरानी पत्तियां अपरिपक्वता रूप में मध्य भाग से ऊपर की तरफ मर जाती हैं। ..... मालिब्डिनम

5.2 लक्षण पहले नई पत्तियों में केन्द्रित रहते हैं

असमान हरिमाहीनता के साथ

धब्बे : पत्ती की नोक अन्दर की तरफ मुडकर हुक जैसे दिखाई देती है और कभी कभी आपस में सट जाती है। स्पिंडिल (सबसे ऊपर न खुली हुई पत्ती; सूई) अक्सर नोंक पर उत्तकक्षयी या अतिगलनयुक्त (नेक्रोटिक Necrotic) होती है जो किनारे में भी होता है। महीन हरिमाहीन छत (Lision लीजन) नेक्रोटिक केन्द्र के साथ बाद में गाढ़ा लालीपन लिए भूरे में बदल जाती है। पतला वृंत वृद्धि बिन्दु की तरफ तेजी से नुकीला हो जाता है ..... कैलिसयम

छोटे, लम्बे पानीयुक्त धब्बे नसों के समानान्तर। बाद में उनका आकार बढ़ सकता है और उत्तक फट जाता है।

नई पत्तियां सफेदी लिए हुए सूख जाती हैं (अपरिपक्व अवस्था में) समय से पहले। ऊपर का विभज्य भी मर सकता है। फ्यूजेरियम मोनिलोफोरमी (Fusarium moniloforme) जिससे "पोकाहबोएंग" (Pokkah Boeng) हो जाती है और कुछ घास नाशक दवाइंया भी इसी तरह का लक्षण पैदा करती हैं।

नया पौधा कई किल्लो के झुंड में होते हैं ..... बोरोन

अनेक छोटे हल्के हरे और चतुर्भुज दाग या धारियां एक समान हरी पत्तियों के बीच में पायी जाती हैं जो मोजैक (Mosaic) जैसी दिखती हैं। पत्तियां अक्सर चौड़ी किन्तु महीन होती हैं। थान में कम किल्ले होते हैं और ऊपर से जमीन के तरफ झुके दिखायी देते हैं (Droopy top सिर झुका)। नयी पत्तियां कभी कभी पूरा फैल नहीं पातीं और ऊपरी विभज्य मर जाता है ..... कापर

धारियां : पत्तियों में अंतर्शिराओं में हरिमाहीनता ऊपर से नीचे की तरफ। समय के साथ साथ थान पीला पड जाता है या सफेदीपन ले लेता है ..... आइरन

अंर्तशिराओं का हरिमाहीनता नोंक से लेकर पर्ण फलक के मध्य तक। पत्तियां सकरी हो जाती हैं। नेक्रोटिक धब्बे जो आपस में मिलकर लम्बी धारी बना लेते हैं बाद में अधिक उग्र हो जाते हैं ..... मैंगेनीज

हरिमाहीन धारियां पत्ती के पूरे पर्णफलक के लम्बाई में विशेषकर नोंक की तरफ। ऊपरी वृद्धि वाले हिस्से सफेद हो सकते हैं और महीन हो जाते हैं। वृद्धि में देरी हो

जाती है और पर्व छोटे हो जाते हैं। पुरानी पत्तियां समय से पहले सूख जाती हैं। किल्ले कम निकलते हैं। पतले वृंत, कम पानी भरे हुए (कम स्फीति) होते हैं। ..... जिंक

एक समान हरिमाहीनता

कभी कभी नसे हल्की हरी दिखती हैं। पर्ण फलक छोटा और तंग। समय के साथ पत्तियों में बैजनीपन का छटा विकसित हो जाता है। वृंत पतले होते हैं ..... सल्फर

नयी पत्तियां मुरझा जाती हैं अधिक प्रकाश वाले गर्म दिन में किन्तु रात भर में ठीक हो जाती हैं ..... क्लोरीन

जड़े छोटी होती हैं मोटी नोंक के साथ, निमैटोडास के नुकसान जैसी प्रतीत होती हैं। पत्तियां फास- और पोट- की कमी का लक्षण दिखाती हैं ..... अल्युमिनियम की अधिकता

छोटी जड़ें अधिक संख्या में पार्श्विक जड़ें (Lateral roots) --- क्लोरीन

अभाव के लक्षण सकरी पत्तियों वाले पत्ते जैसे गन्ना में पहचानना अधिक कठिन है अपेक्षाकृत चौड़ी पत्ती वाले पौधों में। दृष्टिगत लक्षण के आधार पर निदान करना अधिक जटिल हो जाता है। क्योंकि एक समान लक्षण कई तत्वों की कमी में दिखाई देते हैं और विशेषकर बाद के अवस्था में। आशंका के समय पत्ती का विश्लेषण सहायक हो सकता है। सही निदान के करने के लिए लक्षण के साथ, वाह्यगत स्वस्थ एक ही रोपण से एक ही दैहिकी अवस्था के पत्तियों का विश्लेषण भी करना चाहिए। तालिका 12 वृहत एवं सूक्ष्म तत्वों की मात्रा को विस्तार में प्रदर्शित करती है जो सामान्यतः कमी या अभाव दर्शित करती है।

6. पत्ती विश्लेषण

उत्तक परीक्षण एक विधि के रूप में माना जा सकता है जो मिट्टी में उपलब्ध तत्वों की पूर्ति का मूल्यांकन पौधों को ही निष्कर्षणकर्ता मानकर करती है। गन्ने में बहुत से उत्तकों का विश्लेषण होता है : पत्तिया, पर्व, मिल–योग्य वृंत का रस।

सामान्यः पत्ती या पत्तियों से सम्बन्धित निदान दो मुख्य उद्देश्यों से किया जाता है। (1) फसल के पोषण तत्वों की मात्रा का मूल्यांकन जैसे कि पहले खण्ड में प्रदर्शित है, सिद्धांत जो इसके प्रयोग का समर्थन करता है वह निम्न है – एक "सामान्य" या "स्वस्थ्य" पौधा जो अधिक पैदावार देने में सक्षम है, उसमें सभी पोषक तत्व हैं और उसके पत्तियों में तत्व की मात्रा एवं अनुपात को उपयुक्त मानना चाहिए। दूसरी तरफ एक पौधा जो कुपोषण से पीड़ित है और जिसकी वृद्धि एवं उत्पादन अवरूद्व है उसके पत्तियों में एक या एक से अधिक पोषक तत्व कम या अत्यधिक मात्रा में हैं।

(2) उर्वरक मात्रा निर्धारण या उर्वरक प्रयोग कार्यक्रम में समायोजना : तीन शर्तें या आधारवाक्य पूरी होनी चाहिए : एक सीमा के अन्दर उर्वरक दर या मिट्टी द्वारा तत्वों की पूर्ति का सीधा संबंध उपज और पत्ती में पोषक तत्वों के स्तर से है। ऐसा संबंध

पत्ती का स्तर और उपज से भी है। चित्र 7 और 8 उन आंकड़ों द्वारा तैयार किये गये हैं जो माल वोल्टा इत्यादि Malavolta *et al* (1963) के 14 क्षेत्र परीक्षण से मिले हैं तथा ये प्रदर्शित करते हैं कि कैसे तीनों शर्तें पूरी हो पाती हैं।

तीसरा तथ्य – पत्ती का स्तर और वृद्धि या उपज का संबंध वास्तव में अधिक जटिल है। चित्र 9 माल वोल्टा इत्यादि (1989) द्वारा यह वक्र प्रीवोट और ओलेग्नीर (Prevot & Olliagnier) (1956) के प्रदर्शित वक्र का परिवर्तित रूप है जिसमें विभिन्न प्रभावकारी परिस्थितियों का वर्णन है।

घड़ीवत निम्नलिखित टुकड़े दिखाए गये हैं।

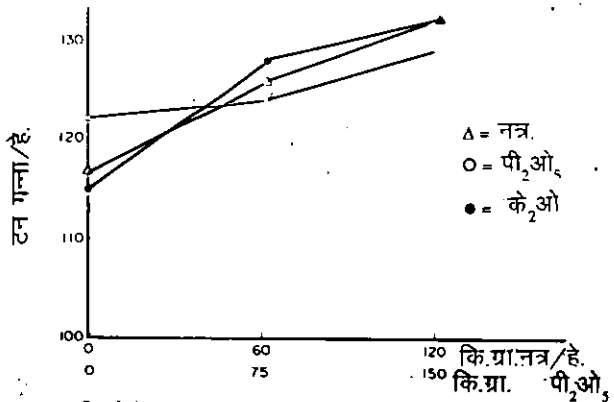
(अ) वक्र रेखा "सी" "C" में उपज बढ़ती है किन्तु पत्ती का स्तर घटता है। यह तब होता है जब शुष्क पदार्थ की पैदावार पत्ती के उत्तकों में तत्वों के उद्‌वहन वेग या स्थानान्तरण से अधिक होता है। इस तरह शुष्क पदार्थ तत्वों का तनुकरण कर देता है।

तालिका 12 : पत्तियों में पोषक तत्वों के मात्रा की सीमा जो सामान्यतः कमी के लक्षण से संबद्ध होते हैं।

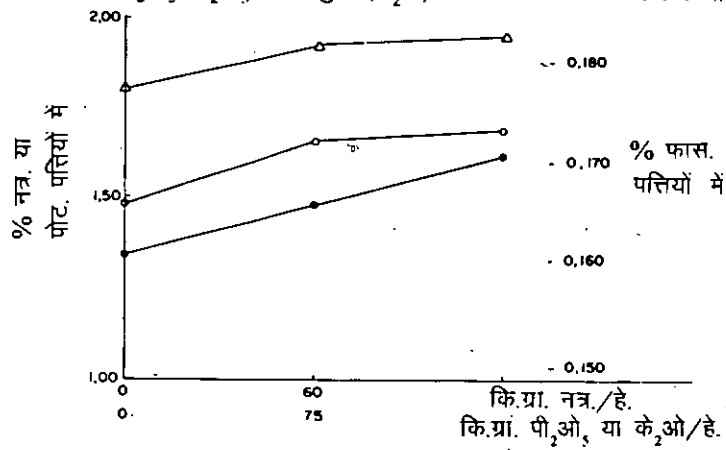
तत्व	सांद्रता
	% शुष्क वजन
नत्र.	1.02-1.25
फास.	0.05-0.1
पोट.	0.5-1.0
कैल.	<0.25
मैग.	<0.15
सल्फ.	<0.1
सिल.	<.05
	पीपीएम
बो.	1-5
काप.	1-5
आई.	<50
मैग.	<20
मालि.	0.05-0.1
जिंक.	10-15

(स) निम्न निर्णायक स्तर : यह अक्सर एक सकरी पटटी होती है इसके नीचे उपज तत्वों की कमी से घट जाती है।

(द) विलास– प्रिय उपभोग क्षेत्र : यह वृहत तत्वों जैसे पोट. के लिए चौड़ा और अन्य



चित्र 7 : एन., पी$_2$ओ$_5$ (P_2O_5) या केटुओ (K_2O) और बावंग गन्ने के उपज के बीच संबंध।



चित्र 8 : उर्वरक दर और पत्ती के तत्वों के स्तर के बीच संबंध।

दूसरे तत्वों जैसे बो. के लिए छोटा होता है। पत्ती का स्तर बढ़ता है किन्तु उत्पादन स्थाई रहता है। इसलिए इसमें उर्वरक या उर्वरकता बेकार जाती है।

(इ) उच्च निर्णायक स्तर : वह क्षेत्र जो उपज अधित्यका (Plateau) को टाक्सीसीटी क्षेत्र से अलग कर देता है।

(ए) टाक्सीसीटी क्षेत्र : पत्ती में मात्रा बढ़ती ही जाती है और उपज घटती है। यह या तो टाक्सिक प्रभाव से या तत्वों के असंतुलन से होता है।

अक्सर साहित्य एक या दो निर्णायक स्तर विशेषकर, निम्न वाले की ही चर्चा करता

है। इस सीमा की संख्याएं सीधा संबंध रखती है किसी दैहिकी क्रियाओं के उच्चतम् दर से, जैसे प्रकाश संश्लेषण की क्रियाएं जो लेवेल्ड कार्बन डाई आक्साइड के अवशोषण की दर से नापा गया (माल वोल्टा इत्यादि Mlavolta et al 1989)। कृषि संबंधी पद्धति का लक्ष्य उच्चतम् भौतिक उत्पादन नहीं होता बल्कि उच्चतम् लाभकर (किफायती) उपज (Maximum economic yield मैक्सिमम इकोनामिक इल्ड) (MYE, एमवाईई) का होता है। इस कारण निर्णायक स्तर या निम्न निर्णायक स्तर के सिद्धान्त के फिर से परिभाषा दी गयी, आर्थिक पहलुओं को ध्यान में रखते हुए : यह पत्ती के अन्दर तत्वों की वह सीमा है जिसके नीचे उत्पादन घट जाता है और उसके ऊपर उर्वरक का प्रयोग करना अधिक लाभकारी नहीं होता। (मालवोल्टा और पिमेन्टल गोम्स Malvolta and Pimental Gomes 1961)। इसका मतलब यह है कि इसके ऊपर दैहिकी लाभकर निर्णायक स्तर यानी दोनों उपज और पत्ती के तत्व की मात्रा बढ़ सकती है उर्वरक डालने से। पैदावार में वृद्धि, अतिरिक्त उर्वरक का दाम और उसके स्थानान्तरण एवं वितरण के खर्चे को पूरा नहीं कर पाता।

वाई = ए $[1-10^{-\text{सी}(\text{एक्स}+\text{बी})}]$ .....(1)

जहां वाई = पैदावार, एक्स = डाले गये तत्वों की मात्रा, बी = मिट्टी का तत्व, सी = वाहक कार्यकुशलता का गुणांक और ए = उच्चतम् पैदावार है। तत्व की मात्राएं जो उच्चतम् लाभकर उपज पैदा कर सकती है इसका निम्नलिखित समीकरण से गणना की जा सकती है।

$$\text{एक्स}^* = 1/2 \text{ एक्स}, \quad \text{एक्स}^* = 1/2 \text{ एक्स}_{\text{यू}} + \left(1/\text{सी लाग} \frac{\text{डब्लू यू}}{\text{टी एक्स}_{\text{यू}}}\right)$$

जहां एक्स*, तत्व की मात्रा जो उच्चतम लाभदायक उपज देता है। एक्स$_{\text{यू}}$ तत्व की मात्रा जो यू = उपज में बढ़ोतरी उस उपचार के तुलना में जिसमें तत्व नहीं है; डब्लू = कृषि उत्पादन का प्रति इकाई दाम (प्रति टन, गन्ना उदाहरण के लिए) और टी = उर्वरक तत्व का दाम प्रति इकाई। उर्वरक एक्स और पत्ती में तत्व का स्तर वाई का वर्णन अक्सर निम्नलिखित समीकरण से किया जाता है।

वाई = ए+डी एक्स, वाई = ए+डी एक्स+इ एक्स^2 या वाई = ए+डीएक्स+इ एक्स^2 .....(3)

निर्णायक स्तर जैसा कि परिभाषित है उसकी गणना एक्स–एक्स* को प्रतिक्रमण समीकरण में फिट करके करते हैं (3)।

पत्तियों के खनिज तत्वों की रचना बहुत से कारकों की क्रियाओं और प्रतिक्रियाओं को प्रदर्शित करती है जो अपना कार्य उस क्षण तक करते हैं जब तक नमूना विश्लेषण के लिए लाया जाता है, यानी

वाई = एफ (एस, वी, ए, सीएल, सीपी, पीडी) .....(4)

जहां वाई = पत्ती में तत्व की सांद्रता,

एस = मिट्टी, उर्वरक, सुधारक,

वी = पौधा, प्रजाति, हिस्सा,

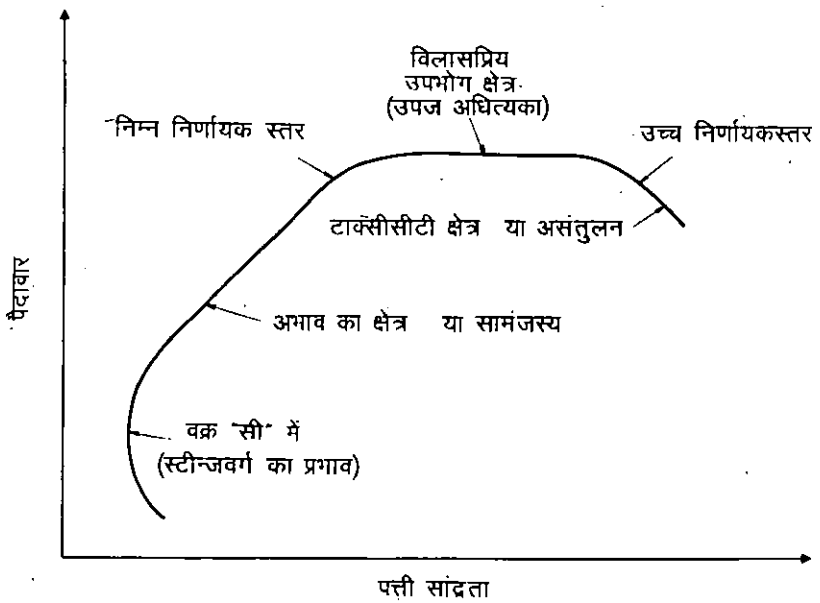
ए = उम्र, सीएल = जलवायु (प्रकाश, तापक्रम, वर्षा),

सीपी = फसल उत्पादन क्रियाएं,

पीडी = कीड़े और बीमारियां

नमूना लेना - ऐसा लगता है कि अधिकतर देशों में पत्ती + 3, कुईजपर के द्वारा बताई गयी गिनती के अनुसार ही विश्लेषण के लिए (चित्र 1 और 2 में देखें) ली जाती है। खनिज तत्वों की जांच के लिए अक्सर बीच की तीसरी पत्ती मुख्य शिरा के बिना ली जाती है। नमूने के रूप में पत्तियों की संख्या 2 से 20 प्रति हे0 होती है (मालवोल्टा इत्यादि 1972, ओरलैण्डो और कम्पोस Orlando and Compos, 1975)।

यह बहुत बड़ी संख्या है जहां रोपण हजारों एकड़ में होता है। जोन्स जर- इत्यादि (Jones Jr. *et al*) (1991) ने राय दी कि 15 पत्तियां प्रति एक समान खेत के संयुक्त नमूने का हिस्सा बनना चाहिए। प्रश्न में निहित खेत 1-50 हे. का हो सकता है। नमूना पूरे खेत के आर–पार से कर्ण विकर्ण या टेढ़ा मेढ़ा चल कर लेते हैं। एकत्र पत्ती नमूना का जितना जल्दी हो सके उतना जल्दी विश्लेषण कर देना चाहिए जिससे कि कमी का सुधार आंकड़े



चित्र 9 : पत्ती के तत्व सांद्रता और उपज के बीच के संबंध का एक सामान्य प्रदर्शन।

के आधार पर हो सके। बावग फसल के लिए अक्सर ऐसा ही किया जाता है जब पौधो 3 और 5 माह के उम्र के बीच है। तालिका 13 में देखा जा सकता है कि 4 महीने के उम्र पर पोटाश डाले गये और न डाले गये पौधों में पोटाश की मात्रा के बीच काफी फर्क है। पेड़ी में भी नमूने पौधे जब 4 महीन के हो तो लेना चाहिए। विभिन्न तरीके अपनाये जाते हैं जब फसल लाग (Log) निकाय, क्लीमेंट और उनके सहायक द्वारा बनाया हुआ, प्रयोग में लाया जाता है (क्लीमेन्ट Clements 1961, 1980 देखें)। पोषक तत्वों के स्तर का आंकलन और उर्वरक प्रयोग करने की आवश्यकता का अंदाज किया जा सकता है, यदि विश्लेषण लगातार एक निशिचत अवधि पर की जाय। पर्णक पत्राधार 3, 4, 5, और 6वीं पत्तियों (स्पिन्डिल पत्ती नम्बर 1 है) से लेकर नमी, चीनी, फास., पोट, के विश्लेषण के लिए प्रयोग किया जाता है। पर्ण फलक का विश्लेषण नत्रजन के लिए किया जाता है। फासफोरस की जांच पांचवे पर्व में भी की जाती है। पर्णक पत्रधार उत्तक कैल., मैग, और सूक्ष्म तत्वों के विश्लेषण के भी काम आते हैं।

तालिका 13 : पोटैशियम उर्वरक डाले गये और न डाले गये (नियंत्रण) पौधों के पत्तियों में पोट. (% सूखा पदार्थ) का अन्तर।

उम्र, महीने	अंतर (%पोट-)
04	1,00
06	0,75
08	0,50
10	0,25
12	<0,25

कारक : जैसाकि पहले बताया गया है, पत्ती में खनिज तत्वों की रचना विभिन्न कारको से प्रभावित होती हैं। इस कारण यह जरूरी है कि सामान्य समीकरण (4) को निम्नलिखित में परिवर्तित कर दिया जाय : वाई = एफ (एस) ..... (5)

दूसरे शब्दों में, केवल स्वतंत्र परिवर्ती केवल भूमि उर्वरकता (एस) होनी चाहिए, चाहे वह प्राकृतिक हो या उर्वरक और सुधारक द्वारा परिवर्तित हो। अन्य सभी कारक को स्थिर रखना होगा। पत्ती के रचना, में विभिन्न कारको द्वारा जिस हद तक परिवर्तन लाया जा सकता है उसका निम्नलिखित उदाहरण से पता लगाया जा सकता है।

ओरलैण्डो इत्यादि (1978) ने पत्ती का मूल तत्व शोधन, प्रजाति, सीबी 41-76 में किया जो पांच विभिन्न मिट्टियों में समुचित उर्वरक दर देकर उगायी गयी थी। तालिका 14 प्रदर्शित करता है, विभिन्नता की सीमा और पत्तियों की औसत मात्रा। इस तरह के उपलब्धि की आशा की जाती है, वास्तव में मिटटी की उर्वरकता में विभिन्नता के कारण।

कैपों इत्यादि (Capo et al) (1953) 13 प्रजातियां एक ही मिट्टी पर उगाकर उनके

तालिका 14 : पत्ती+3 में खनिज रचना की विभिन्नता मिट्टी के प्रकार के कारण।

तत्व	विस्तार (%)	औसत	तत्व	विस्तार(पीपीएम)	औसत
नत्र.	1.76-1.99	1.82	बो.	14-17	15
फास.	0.15-0.17	0.16	काप.	5-6	5
पोट.	1.37-1.58	1.45	आई.	192-383	248
कैल.	0.45-0.59	0.46	मैंग.	137-171	156
मैग.	0.18-0.25	0.21	मालि.	0.06-0.11	0.09
सल्फ*-	0.04-0.06	0.05	जिंक	15-18	16

* सल्फेट सल्फ.

पत्तियों की रचना में अन्तर पाये। फिर भी व्यावहारिक कार्य के लिए उन लोगों ने बताया कि उसी नत्र., फास., पोट. के स्तर का प्रयोग उनके पोषण की स्थिति की व्याख्या करने के लिए किया जा सकता है।

इवान्स (Evans) (1967) ने प्रजातियों में स्पष्ट अंतर पाया। ब्राजील में ओरलैण्डो फिल्हो (Orlando Filho) (1976) ने वृहत तत्वों की जांच 16 प्रजातियों के पत्ती + 3 में किया जो एक ही मिट्टी पर उगायी गयी थी। व्यंजक (Significant) अंतर सभी तत्वों में पाया गया (तालिका 15)

जहां तक जलवायु के प्रभाव की बात है, वर्षा के प्रभाव पर अत्यधिक अक्सर विचार किया गया है। सामुएल और लैड्राउ जर (Samuels & Landrau Jr.) (1952) के आंकडे के आधार पर निम्नलिखित प्रतिक्रमण समीकरण (Regression equation) का गणना किया गया।

(1) वाई = 0.96 + 0.0008 एक्स1

(2) वाई = 0.90 + 0.0132 एक्स2

जहां कि वाई % नत्र पत्ती में

एक्स1 वर्षा की मात्रा (मि.मी.) कटने और नमूना लेने के बीच के समय में।

एक्स2 वर्षा की मात्रा (मि.मी.) नमूना लेने से पहले वाले सप्ताह में।

समीकरण (1) से यह पता लगता है कि 250 मि.मी. की वर्षा 0.2% नत्र- की बढ़ोतरी पत्ती में ला सकती है। समीकरण (2) के अनुसार 25 मि.मी. वर्षा, नमूना लेने वाले सप्ताह के पहले 0.33% नत्रजन की वृद्धि कर सकती है। इवान्स (Evans) (1961) अंदाज किये कि नमूना लेने के चार सप्ताह पहले समुचित प्रकार से वितरित 150-200 मि.मी. वर्षा काफी मात्रा में नत्रजन बढ़ा सकती है किन्तु अत्यधिक वर्षा पत्ती में नत्रजन की मात्रा घटा सकती है।

औरलैण्डो (1978) के आंकड़े से तैयार चित्र 10 और 11 नत्र., फास., पोट. का पत्ती + 3 में भिन्नता क्रमश बावग फसल और पेड़ी में प्रदर्शित करते हैं। ये फसले उम्र तथा वर्षा से प्रभावित थीं। प्रतिक्रमण विश्लेषण (समीकरण) प्रयोग करके माल वोल्टा

और कारवाल्हों (Malavolta & Carvalho) (1984) जो कैल., मैग. और सल्फ. पर भी काम किये वे 200 मि.मी. वर्षा, नमूना लेने के दो महिने पहले हुई, का प्रभाव पत्ती के संघटन पर परिभाषित कर सके। बावग फसल में निम्नलिखित संख्या जो वास्तविक बढ़ोतरी को प्रदर्शित करती है, की गणना की गयी। फास. = 0.016 से 0.034%मिट्टी के प्रकार पर निर्भर, पोट. = 0.071%, मैग. = 0.019-0.338%।

पहली पेड़ी फसल के लिए, बढ़ोतरी का अंदाज किया गया जैसे नत्र. = 0.17%, फास. = 0.02%, मैग. = 0.027%, सल्फ. = 0.055%। विभिन्नतायें जो नहीं दी गयी वे व्यंजक नहीं थी।

व्याख्या : कई कारक होने के कारण पत्ती का संगठन प्रभावित होता है (विस्तृत जानकारी सामुएल्स– Samuels, 1969 की पुस्तक), इसलिए साहित्य में विश्लेषण द्वारा पायी गयी मात्रा या स्तर की व्याख्या में काफी भिन्नता है। इस कारण नमूना लेने के विधिपर ध्यान देना अधिक आवश्यक है : गन्ना, प्रजाति, पत्ती का हिस्सा जिसका विश्लेषण किया गया और उम्र। अक्सर तत्व के संपूर्ण मात्रा का विश्लेषण किया जाता है, नत्र. के केवल घुलनशील अंश का विश्लेषण नहीं किया जाता। यह सम्पूर्ण नत्र. की मात्रा की तुलना में अधिक अच्छा सूचना दे सकता है।

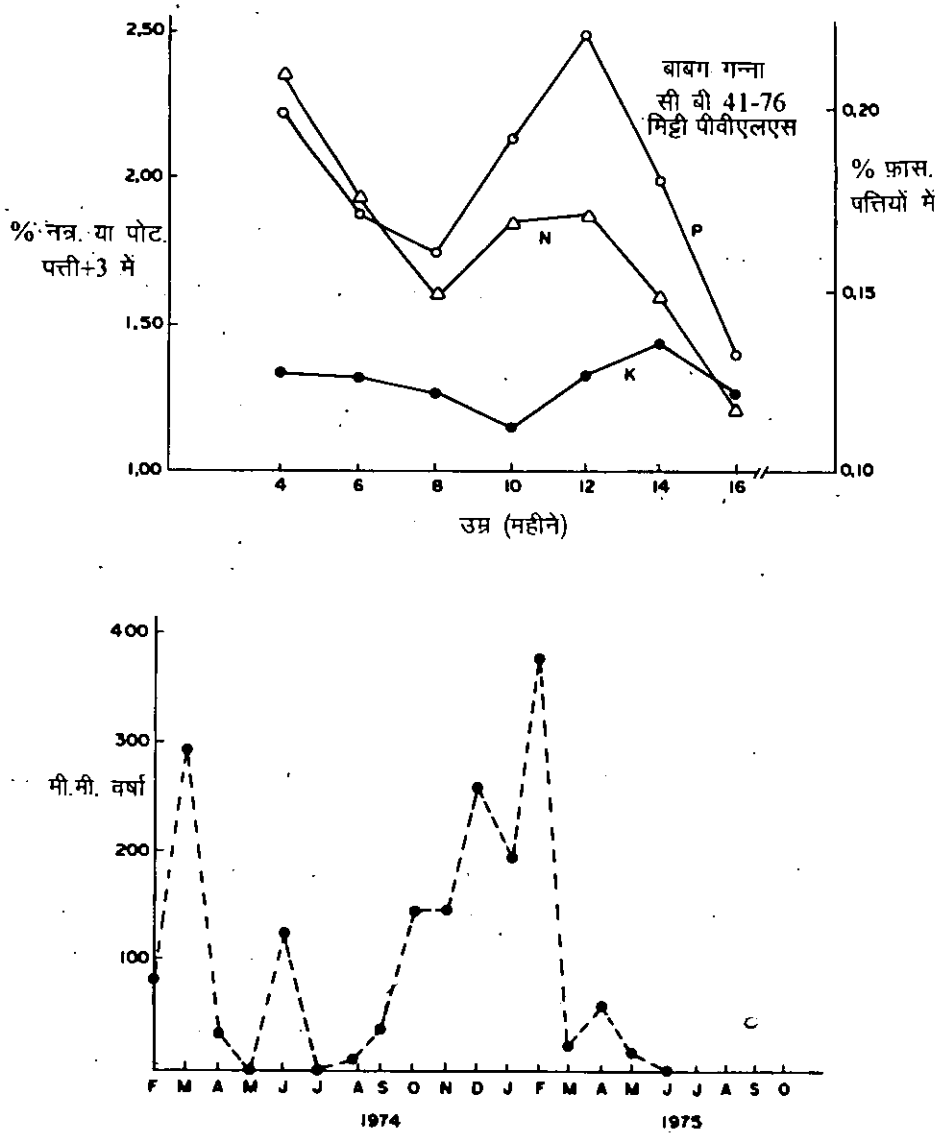
तालिका 15 : भिन्नता 16 प्रजातियों के पत्ती + 3 की संघटन में

तत्व	विस्तार (%)	एल एस डी
नत्र.	1.94-2.29	0.20
फास.	0.26-0.35	0.06
पोट.	0.96-1.72	0.29
कैल.	0.94-1.30	0.31
मैग.	0.08-0.23	0.08
सल्फ.	0.22-0.50	0.14

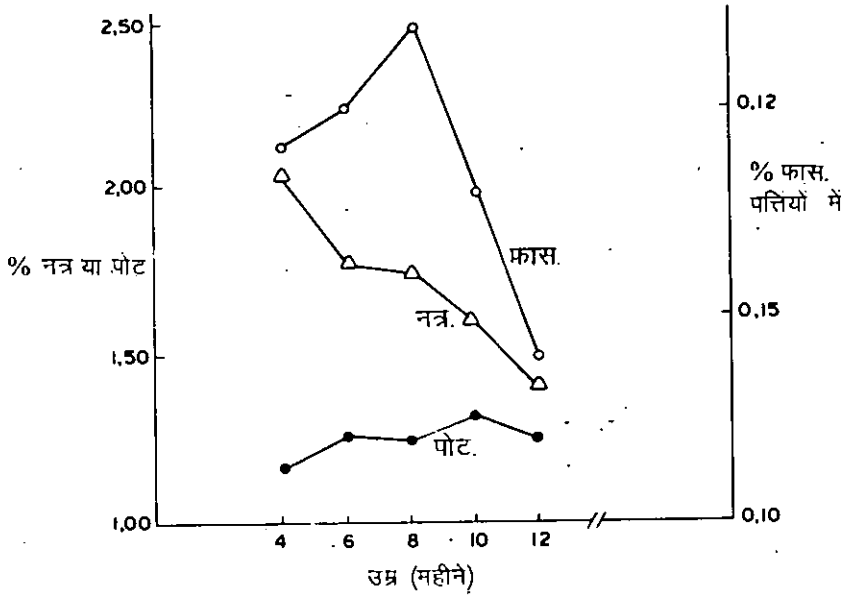
चित्र 12 टिएक्सीरा (Teixeira,) (1980) के आंकड़े से तैयार किया गया यह प्रदर्शित करता है कि पहली पेड़ी में अमोनिया–नत्र. और उपज के बीच में सह–संबंध (Correlation) अधिक अच्छा होता है, किसी भी संपूर्ण नत्र. या नाइट्रेट–नत्र. और उपज के बीच की तुलना में।

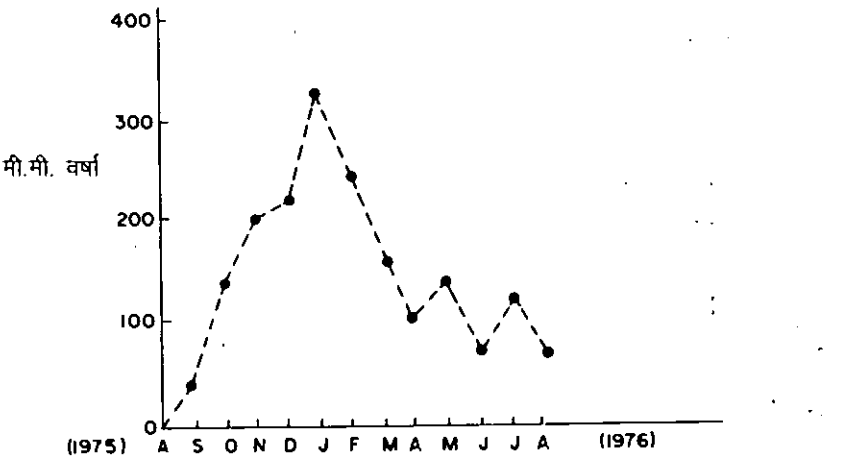
अक्सर एक वृहत या सूक्ष्म तत्व के मात्रा का प्रयोग गन्ना के पोषक तत्वों के स्तर का मूल्यांकन तथा उर्वरक प्रयोग संस्तुति के लिए करते हैं। जैसा कि तालिका 16 में प्रदर्शित है सभी विभिन्नताओं के बावजूद जहां तक "पर्याप्त स्तर" की बात है सभी देशों और कटिबन्धों में बहुत अधिक एकमतता है।

वही बात पत्ती के सूक्ष्म तत्व के सांद्रता के बारे में भी कहीं जा सकती है (तालिका 17).



चित्र 10 : पत्ती के नत्र. फास. और पोट में परिवर्तन; उम्र और वर्षा के साथ (बागव फसल)।





चित्र 11 : पत्ती के नत्र., फास. और पोट. में परिवर्तन उम्र के साथ (पेड़ी फसल)।

तालिका 16 : वृहत् पोषक तत्वों का स्तर (मात्रा) जो सभी देशों तथा कटिबन्धों में पर्याप्त पाया गया है।

देश या कटिबन्ध	फसल	नत्र.	फास. (%)	पोट.	कैल.	मैग.	सल्फ.	(उद्ध).
आस्ट्रेलिया	बावग	1.9-2.5	0.21-0.30	1.30-2.00	0.20-0.60	0.10-0.30	–	
	पेड़ी	1.90-2.5	0.21-0.30	1.30-2.00	–	–	–	(1)
ब्राजील	बावग	1.9-2.1	0.20-0.24	1.10-1.30	0.80-1.00	0.20-0.30	0.25-0.30	
	पेड़ी	2.0-2.2	0.18-0.20	1.3-1.50	0.50-0.70	0.20-0.25	0.08-0.35	(2)
ब्रिटिश गुयाना	बावग	2.1	0.21-0.35	1.25-2.00	0.15-0.20	0.12-0.18	0.08-1.35	
	पेड़ी	1.9	0.21-0.35	1.25-2.00	0.20-0.24	0.12-0.18	–	(3)
कोलम्बिया	–	1.8-2.0	0.25-0.35	1.60-1.80	>0.25	>0.20	–	(4)
भारत	–	1.96	0.086	1.99	–	–	–	(5)
पुइटोरिको	–	1.6-2.0	0.18-0.24	1.55-2.00	–	–	0.13	(6)
दक्षिण अफ्रीका	–	1.7-1.9	1.10-2.0	1.05-1.10	0.15-0.18	0.08	0.12-0.13	(7,8)
यू.एस.ए.	–	1.5-1.75	0.18-0.22	1.25-1.75	0.28-0.47	0.14-0.33	0.13-0.18	(9)

(1) रीयटर (Reuter, 1986), पणफलक +3, 10 महीना पराना बावग पाधा, 7 महीना पडी।
(2) मालवाल्टा (1982), पणफलक+3, 4 महीना पराना पडी आर बावग पाधा।
(3) इवान्स (Evans, 1967), ऊपरी पण फलक डयलप (+1), 3-5 महीना पराना बावग आर पडी।
(4) गार्सिया आकम्पा (Garcia Ocampo, 1991), पण फलक+1,
(5) श्रीवास्तव इत्यादि (Srivastava et al, 1992), पण फलक 3–6, 4 महीना नत्र, फास, पाट, क लिए पणाधार सगर मक्त शष्क भार।
(6) सामइल्स (Samuels, 1959), सामान्य पत्तिया, 3 महीना
(7) गासनल आर लाग (Gosnal & Long, 1971), पण फलक+1, 5 महीना पराना।
(8) श्राडर इत्यादि (Schroeder et al, 1993)
(9) एन्डसन आर बावन (Anderson & Bowen, 1990), पणफलक+2, 3–4 माह, आकडा लासीयाना स।

तालिका 17 : सूक्ष्म तत्वों का स्तर जो बहुत से देशों और कटिबन्धों में पर्याप्त माना जाता है।

देश या कटिबन्ध	फसल	बो.	क्लो.	काप.	आइ. (पीपीएम)	मैग	मालि.	सिल.	जिंक	(उद्ग.)
आस्ट्रेलिया	–	–	–	2	50	–	–	–	10	(1)
ब्राजील	बावग	9.30	–	8-10	200-500	100-250	0.15-0.30	–	25-30	
	पेड़ी	9.30	–	8-10	80-150	50-125	–	–	25-30	
ब्रिटिश गुयाना	–	2-10	<0.5(5)	5-100	4-15	20-200	0.08-1.00	–	15-50	(3)
साउथ अफ्रीका	–	1.6-10	–	49-915	3-12	15	–	–	12-25	(4,6)
भारत	बावग	2-10	0.067-0.075	10-25	20–50	20-40	0.082-1.0	–	12-30	(7)
यू.एस.ए.	–	3-8	<0.068(5)	7-600	20-21	14-235	0.05-4	1.5-4(5)	19-38	(1,5)

(1) एन्डर्सन एवं बावेन (Anderson and Bowen, 1990), पर्णफलक ऊपरी डयूलैप, 4–6 माह।

(2) मालवोल्टा (1982), पर्णफलक+3, 4 माह

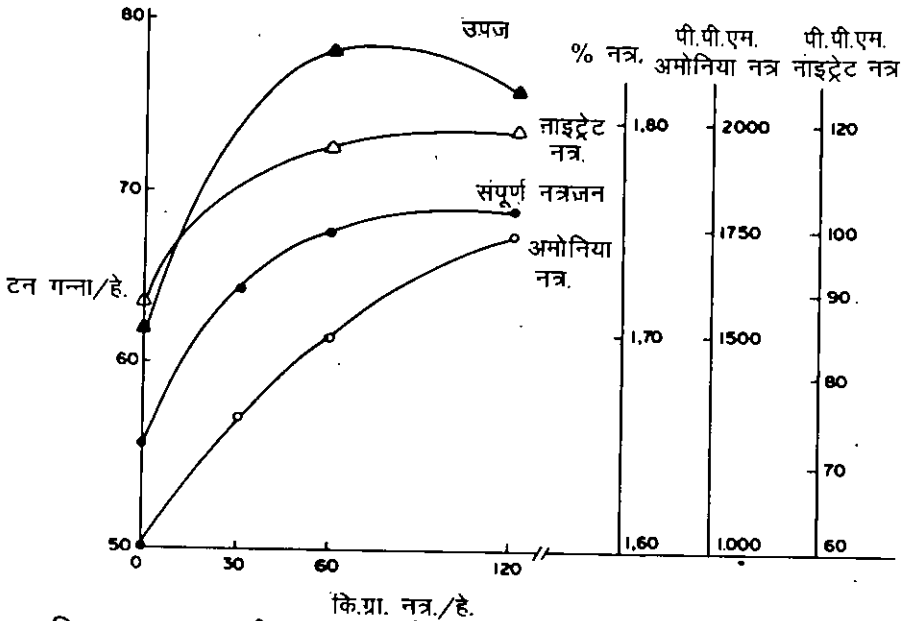
(3) इवान्स (Evans, 1967), ऊपरी पर्णफलक दृष्टिगत डयूलेप, 4–6 माह।

(4) वूड (Wood, 1987), 4 माह,

(5) प्रतिशत शुष्क पदार्थ, पर्णाधार + 1 से + 4 क्लो. के लिए, पर्णफलक ऊपरी दिखता डयूलैप सिल. के लिए।

(6) स्राइडर इत्यादि (Schroeder et al , 1993),

(7) द्विवेदी (Dwivedi,) (1992), 3–6 पर्णफलक (अनुवादक द्वारा प्रस्तुत)



चित्र 12 : नत्रजन की दर, उपज और नत्रजन प्ररुप के बीच संबंध।

अधिकतर आंकड़े जो साहित्य में मिलते हैं केवल बावग फसल से सम्बन्धित हैं। इसलिए तालिका 18 अधिक उपयोगी होगी क्योंकि यह तत्वों का पर्याप्त मात्रा (स्तर) बावग और दो पेड़ी फसल में पेश करती है।

पत्ती की जांच के विभिन्न उपयोगों में वास्तविक मात्रा के बजाय तत्वों के सांद्रता के अनुपात का प्रयोग किया जा सकता है। यह जांच और संस्तुति एकीकरण निकाय (डाएग्नोसिस एण्ड रिकमेन्डेशन इंटिग्रेटेड सिस्टम (डी.आर.आई.एस. –ड्रिस,")Diagnosis and recommendation integrated System) का ढंग है जो ब्यूफिल्स (Beaufils) (1971, 1973) द्वारा विकसित किया गया और इसे गन्ने में ब्यूफिल्स और सुमनर (Beaufils and Sumner) (1976) द्वारा सबसे पहले प्रयोग किया गया। डी. आर.आई.एस. "ड्रिस" का संक्षिप्त विवरण ओरलैण्डो और जम्बेलो जर. (Orlando and Zambello Jr.) (1983) माल वोल्टा इत्यादि (1989) और जोन्स जर- इत्यादि (Jones *et al*), 1991) द्वारा प्रस्तुत किया गया है।

"ड्रिस" के प्रयोग के लिए यह जरूरी है कि अधिक से अधिक आंकडे (तत्व स्तर और तदनुरूप उपज) हो जिससे तत्वों के अनुपात का औसत और विभिन्नता के गुणांक

तालिका 18 : पोषक तत्वों की सांद्रता, 100 टन प्रति हेक्टेयर पैदावार वाली ब्राजील रोपण में (1)

तत्व	बावग गन्ना	पहली पेड़ी	दूसरी पेड़ी
		%	
नत्र.	1.47	1.64	1..86
फास.	0.16	0.15	0.21
पोट.	1.49	1.08	0.87
कैल.	0.39	0.28	0.68
मैग.	0.35	0.20	0.35
सल्फ.	0.17	0.10	0.12
		पीपीएम	
बो.	20	11	9
काप.	19	6	6
आई.	271	66	62
मैग.	256	52	99
जिंक	12	5	16

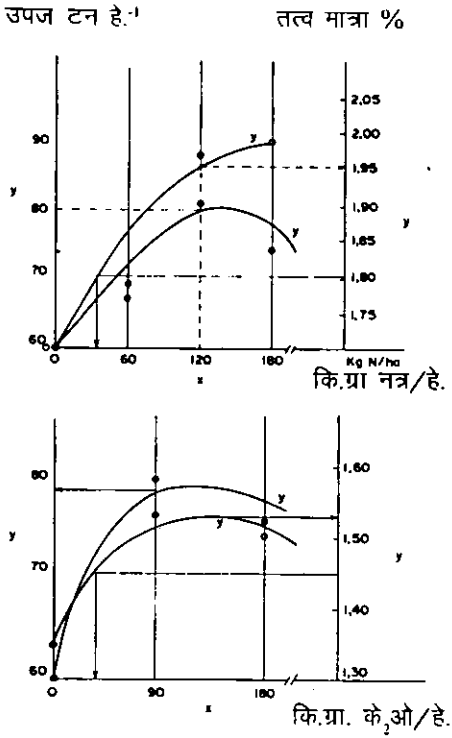
(1) पर्णफलक+ 3, पौधा 4 माह पुराना (यामाडा Yamada, 1992)

की गणना हो सके और जो अधिक उपज और कम उपज वाले उप–आबादी में अन्तर बता सके। निदान करने के लिए अधिक पैदावार वाले उप–आबादी के "ड्रिस" के मापदण्ड का औसत और भिन्नता का गुणांक एक अंशांकन (Calibration) समीकरण में भर दिया जाता है। समीकरण तत्वों के तुलनात्मक मापदण्ड जो अधिक (धनात्मक), निम्न (ऋणात्मक) या शून्य के बराबर हो, की गणना करता है : जितना अधिक ऋणात्मक मान होता है उतना ही तत्वों की कमी होती है और उर्वरण कार्यक्रम में उतनी ही अधिक मात्रा की जरूरत होती है। जितना अधिक धनात्मक सूचकांक (Indices) होता है उतनी ही कम तत्वों की जरूरत पड़ती है : इस तथ्य के समीपता में अधिक पैदावार वाले उप–आबादी में "ड्रिस" सूचकांक प्रत्येक तत्व का शून्य होता है (इलवाक्ली और गास्चो Elwakli and Gascho, 1984)। जब "ड्रिस" के सभी सूचकांक जोड़ दिये जाते हैं, लक्षण का बिना ध्यान दिये, तो "तत्व संतुलन सूचकांक" (Nutritional balance Index एन.बी.आई.) मिल जाता है। यह संतुलित तत्वों को नापता है। जितनी अधिक इसकी राशि होती है उतनी ही अधिक तत्वों के बीच असंतुलन होता है।

तालिका 19 प्रदर्शित करती है "ड्रिस" सूचकांक और एन.बी.आई. आठ गन्ना खेतों का, जिसका विश्लेषण इलवाक्ली और गैस्चो (1984) ने किया। खेत नं० 3 जिसमें बिल्कुल पोटाश की कमी है उसका एन. बी. आई. राशि सर्वोच्च है। "ड्रिस" पद्धति का प्रयोग खेत परीक्षणों के नतीजे की व्याख्या के लिए किया जा सकता है।

तालिका 20 में, ओरलैण्डो फिल्हो और जम्बेलो जर. (1983) का एक उदाहरण पेश है: नियंत्रण प्लाट (0-0-0) में फास्फोरस बाधक था। जब पोट. और फास. डाल दिया गया तो नत्र. बाधक तत्व हो गया और उसके बाद फासफोरस। पोट. का ऋणात्मक सूचकांक दिखायी दिया जब फास. और नत्र. खेत में डाले गये।

उपयोग :- यह पहले ही बताया जा चुका है कि पत्ती विश्लेषण के दो मुख्य उपयोग हैं। तत्व स्तर का आंकलन और उर्वरक की दर निश्चित करना :– दूसरा वास्तव में पहले का प्रतिफल है। पोषक तत्वों के स्तर का सर्वेक्षण किसी निश्चित क्षेत्र के गन्ने रोपण में करने पर उस क्षेत्र के प्रारम्भिक बाधक कारक का पता लगेगा। फलतः यह मिट्टी की उर्वरकता और मोटे तौर पर उर्वरक की आवश्यक मात्रा आंकने के दृष्टिकोण से लाभकर होता है। इस तरह के उपयोग के एक उदाहरण पर अभी चर्चा की गयी है, फ्लोरिडा, यू.एस. ए. के रोपण मे। गैल्लो इत्यादि (Gallo *et al*) (1968) ने 202 रोपण का विस्तृत आंकलन ब्राजील में किया, उसमें से 133 बावग गन्ना था। एक हे. से बड़े



चित्र 13 : नत्र. और के$_2$ओ उर्वरक की दर निर्धारण करने का सिद्धान्त।

तालिका 19 : तत्वों की सांद्रता और पत्ती के तत्वों की डी.आर.आई.एस. "ड्रिस" सूचकांक फ्लोरिडा, यू.एस.ए. कि आठ गन्ना खेतों में

खेत संख्या	नत्र.	फास.	पोट.	कैल.	मैग.	नत्र.	फास.	पोट.	कैल.	मैग.	एन.बी.आई*
			%				ड्रिस सूचकांक				
1	2.89	0.33	1.61	0.50	0.28	2.9	0.0	-6.4	6.0	-2.5	17.8
2	3.10	0.26	1.37	0.42	0.18	22.7	-2.5	-10.2	9.3	-19.3	64.0
3	2.30	0.20	0.70	0.57	0.31	14.6	-13.4	-62.3	45.5	15.6	151.4
4	3.01	0.36	1.54	0.53	0.31	3.9	4.2	-13.1	4.9	0.0	26.2
5	2.45	0.26	1.44	0.57	0.26	-6.1	-6.1	-6.8	24.2	-5.2	48.4
6	2.66	0.27	1.37	0.42	0.21	8.1	0.0	-7.1	7.2	-8.2	30.6
7	2.01	0.32	1.19	0.32	0.20	-7.3	19.8	-7.2	0.0	-5.3	39.6
8	2.78	0.34	1.45	0.39	0.22	7.9	9.1	-8.1	0.0	-8.9	34.0

* एन.बी.आई. – तत्व संतुलन सूचकांक

तालिका 20 : "ड्रिस" सूचकांक का उपयोग ब्राजील के एक परीक्षण में।

अभिक्रिया										
नत्र	P_2O_5	K_2O	उपज	नत्र.	फास.	पोट.	नत्र.	फास.	पोट.	एन.बी.आई*
कि०ग्रा०	प्रति हे.		टन/हे.	%			ड्रिस सूचकांक *			
0	0	0	81	1.66	0.13	1.30	21	-32	32	85
0	300	300	97	1.71	0.16	1.42	-41	-12	14	67
180	300	300	168	1.86	0.17	1.42	3	-3	3	9
160	0	300	106	1.73	0.11	1.32	74	-74	72	220
160	300	0	126	1.90	0.18	1.32	9	19	-19	47

* एन.बी.आई. तत्व संतुलन सूचकांक

प्रतिकात्मक खेत से 30–40 थान अनियमित ढ़ंग से लिये गये। प्रत्येक थान जिसमें 3 या अधिक वृंत थे 3 पत्तियां +3 एकत्र की गई। इस तरह प्रत्येक रोपण से 90 से 120 पत्तियों को लिया गया। प्राप्त परिणाम तालिका 21 में संक्षिप्त किया गया है। अभाव की आवृत्ति घटते क्रम में निम्नलिखित है :

वहत् तत्व : पोट. > मैग. > नत्र. = पी. = सल्फ. > कैल.

सूक्ष्म तत्व : आई. > बो. > काप. > मैंग. > मालि. = जिंक

हाल ही में पत्ती विश्लेषण का उपयोग दक्षिणी अफ्रीका में स्त्रोडर इत्यादि (1993) ने किया।

पत्ती विश्लेषण के सिद्धान्त का प्रयोग एक साधन के रूप में उर्वरक अनुमोदन या उसके तालमेल के लिए चित्र 13 में प्रदर्शित है यह चित्र जाम्बेलो जर. (Zambello Jr.) (1991) के आंकड़े से बना है।

पत्ती विश्लेषण का प्रयोग करके इस तरह का कार्य करने से तीन शर्तें पूरी हो सकती हैं।

120 कि.ग्रा. नत्र. ने 2.00% नत्र पत्ती + 3 में तथा उपज 80 टन प्रति हे. दिया।

90 कि.ग्रा. केटुओ ने 1.55% पोट. पत्ती + 3 में लाया 77 टन प्रति हेक्ट. उपज के साहचर्य के साथ।

1.8% नत्र की मात्रा पत्ती + 3 में तदनुरूप है मिट्टी द्वारा 30 कि.ग्रा. प्रति हेक्ट. नत्र. की पूर्ति और 70 टन प्रति हे. गन्ना पैदावार से : पत्ती की नत्र की मात्रा 2.00% और पैदावार 80 टन प्रति हे. तक बढ़ाने के लिए यह जरूरी होगा कि 120 - 30 = 90 कि.ग्रा. नत्र दिया जाय। उसी तर्क से 1.55% पोट पत्ती + 3 और पैदावार 90 टन प्रति हे. पाने के लिए केटुओ की दर 90 - 45 = 45 कि.ग्रा. प्रति हैक्टेयर केटुओ देना पड़ेगा।

अन्य उत्तक एवं अन्य परीक्षण : बर इत्यादि 1957 ने प्रस्ताव किया कि वृंत नत्रजन पोषण के लिए पत्ती के तुलना में अधिक सुग्राही द्योतक है। ब्राजील में संतोष इत्यादि (Santos et al) (1977) ने इसकी पुष्टि की है, जैसा कि चित्र 14 में दर्शाया गया है कि 8वां–9वां पर्व के नत्रजन की मात्रा का सम्बन्ध उर्वरक के प्रयोग से अधिक है, अपेक्षाकृत पत्ती + 3 के नत्रजन : के । पोटैशियम के लिए दोनों उत्तक उपयुक्त हैं (हमवर्ट 1968)। चित्र 15 वृत का नमूना लेने के लिए विस्तृत प्रदर्शन देता है।

तत्वों के स्तर जांचने के लिए एक नया ढ़ंग बीटेन कोर्ट इत्यादि (Bitten Court et al) (1992) ने सुझाया। इसमें तनुकृत रस का विश्लेषण सीधे फास., पोट,. कैल. और मैग. के लिए किया जाता है।

सिल्वा और वास्सो (Silva and Basso) (1993) ने एसिड फास्फेटेज

तालिका 21 : गन्ना रोपण के पौष्टिक तत्व स्तर के सर्वेक्षण का नतीजा, प्रजाति सी. बी. 41-76, (4 माह उम्र)

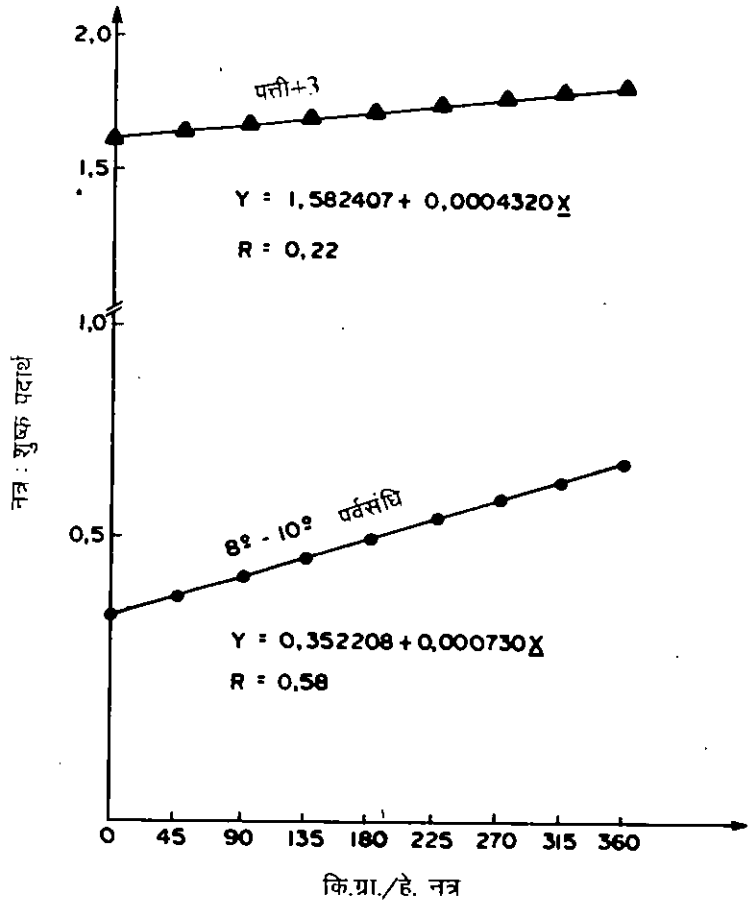
तत्व	औसत		उच्च आवृति		कमी जो हो सकती है	
	बावग	पेड़ी	बावग	पेड़ी	विस्तार	रोपण
नत्र. %	1.89	1.76	1.60-1.80	1.60-1.80	1.08-1.60	12
फास. "	0.152	0.184	0.12-0.14	0.16-0.18	0.07-0.12	12
पोट. "	1.32	1.26	1.20-1.40	1.20-1.40	0.34-1.2	22
कैल. "	0.73	0.50	0.70-0.80	0.30-0.40	0.23-0.30	7
मैंग. "	0.25	0.22	0.20-0.25	0.20-0.25	0.04-0.15	15
सल्फ. "	0.035	0.055	0.02-0.03	0.05-0.06	0.06-0.20	11
बो (पीपीएम)	13	20	10-15	15-20	3-10	9
काप. "	6	5	6-8	4-6	3-4	7
आई. "	426	249	300-400	100-200	70-100	11
मैंग. "	238	107	100-150	50-100	22-50	3
मालि.	0.06	0.14	0.03-0.06	0.05-0.08	0.02-0.03	2
जिंक "	16	16	12-14	10-12	7-10	2

नमूना लेना – पत्ती + 3, बीच का हिस्सा, मध्य शिरा बिना; सल्फ घुलनशील सल्फेट

तालिका 22 में उर्वरक का संस्तुतिकरण प्यूर्टोरीको में बावग फसल के पत्ती विश्लेषण के आधार पर प्रस्तुत है। सामुएल्स इत्यादि (1956)। पत्ती+2, +3, और +4 के मध्य का हिस्सा विश्लेषण के लिए 3 माह के पौधे से लिया गया।

तालिका 22 : उर्वरक का संस्तुतिकरण पुइर्टोरीको में।

तत्व का स्तर	%नत्र.	कि.ग्रा./हे. नत्र.	%फास.	कि.ग्रा./हे. $पी_2ओ_5$	%पोट.	कि.ग्रा./हे. $के_2ओ$
बहुत कम	<1.00	300-200	<0.10	300-150	<1.00	300-200
कम	1.00-1.40	300-100	0.10-0.15	150-50	1.00-1.50	300-100
थोड़ा कम	1.40-1.50	100-0	0.15-0.18	75-0	1.50-1.65	100-0
समुचित	1.50-2.00	0-100	0.18-0.25	0	1.65-2.00	0-60
अधिक	2.00-2.50	0	0.25-0.30	0	2.00-3.00	0
अत्यधिक	>2.50	0	>0.30	0	+3.00	0



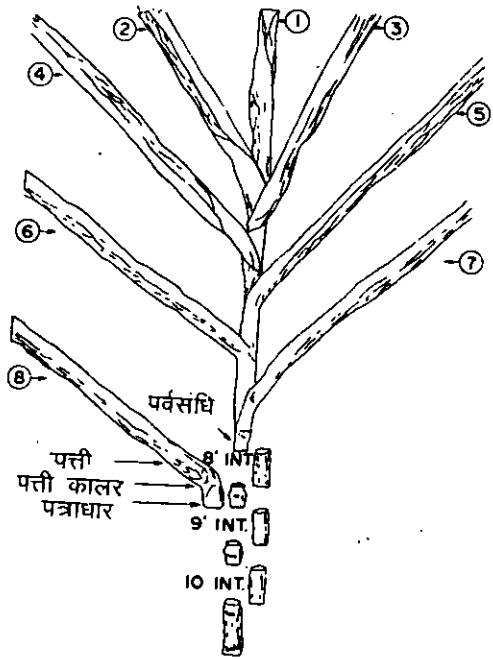
चित्र 14 : नत्रजन की दर, नत्रजन पत्ती +3 तथा 8वाँ – 10वाँ पर्वो के बीच संबंध (संतोष इत्यादि 1977 के अनुसार)।

(Acid Phosphatase) (जो कार्बोनिक फासफोरस का जल–अपघटन करके अकार्बनिक फासफोरस बाहर निकाल देती है) किण्वक की सक्रियता को उन पौधों की पत्तियों में नापा जो विभिन्न फासफोरस स्तर पर उग रहे थे। जैसी आशा थी एक ऋणात्मक सह सम्बन्ध किण्वक क्रिया और वृद्धि और पौधे द्वारा एकत्रित फासफोरस से मिला। चूंकि किण्वक का डीनोभो *(de novo)* संश्लेषण फासफोरस आयन से अवरूद्ध हो जाता है, इसलिए इसकी सक्रियता प्रतिलोम समानुपाती (Inversely Proportional) है उत्तक के फासफोरस की मात्रा से। अतः ऐसा प्रतीत होता है कि फास्फोरस स्तर की शीघ्र माप/पुर्वानुमान पौधे के प्राकृतिक रूप में (in vivo) एसिड फासफेटेज किण्वक की सक्रिया का विश्लेषण करके, कर सकते हैं जैसा कि बेसफोर्ड (Besford) (1980) ने प्रस्तावित किया।

तालिका 23 प्रदर्शित करती है संस्तुति ब्रिटिशगुयाना के लिए पोडेविन और राबिन्सन (Poidevin and Robinson) (1964) और पोडेविन (Poidevin) (1964) के आधार पर: पत्ती के बीच का हिस्सा ऊपरी दिखती डयूलैप, मध्य शिरा के बिना विश्लेषण किया गया।

तालिका 23 : उर्वरक की संस्तुति ब्रिटिस गुयाना के लिए पत्ती के विश्लेषण के आधार पर (पोडेविन और राबिन्सन Poidevin & Robinson, 1964 और पोडेविन Poidevin, 1964 के अनुसार)।

तत्व	स्तर	कि.ग्रा. हे$^{-1}$	तत्व	स्तर%	कि.ग्रा. प्रति हे.
		बावग गन्ना			
		17 सप्ताह			24 सप्ताह
नत्र.	>2.0	0	नत्र.	>1.7	0
	1.8-2.0	25		<1.7	25
	<1.8	50		-	-
फास.	>0.18	0 ($पी_2ओ$)	फास.	>0.15	0 ($पी_2ओ_5$)
	0.15-0.18	50		<0.15	50
	<0.15	75		-	-
पोट.	>1.2	0 ($के_2ओ$)	पोट-	> 1.0	0 ($के_2ओ$)
	1.0-1.2	75		<1.0	75
	<1.0	100		-	-
नत्र-	>2.0	0	नत्र.	>1.8	0
	1.8-2.0	25		1.6-1.8	25
	<1.8	50		<1.6	50
फास-	>0.2	0 ($पी_2ओ_5$)	फास.	>0.17	0 ($पी_2ओ_5$)
	0.16-0.2	50 (")		< 1.17	50 (")
	<0.16	75 (")		–	–
पोट-	>1.20	0 ($के_2ओ$)	पोट.	> 1.1	0 ($के_2ओ$)
	1.0-1.2	75 (")		<1.1	75 (")
	<1.0	150 (")		–	–



चित्र 15 : योजना प्रदर्शित कर रही पर्व जो विश्लेषण के लिए प्रयोग किये जाते हैं, (8.10 वृंत) (संतोष इत्यादि 1977 के अनुसार)

7. उर्वरण :

उर्वरण कार्यक्रम का उद्देश्य है आवश्यकता और पूर्ति के बीच का अन्तर पूरा करना, यानी

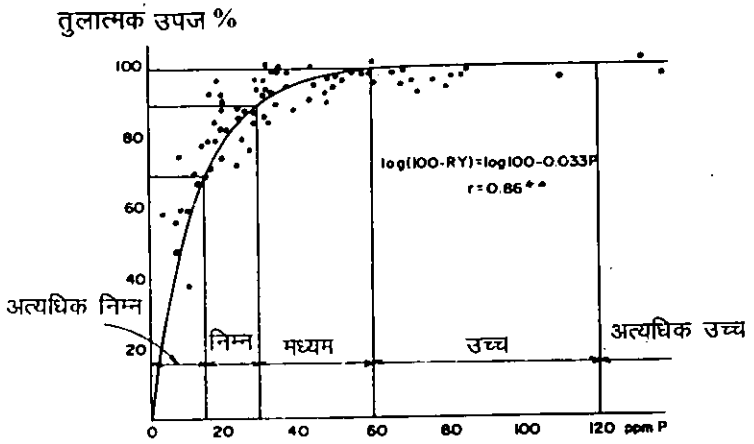
(एम) उर्वरक = {एम (आवश्यकता – पूर्ति)} एफ

जहाँ एम = एक वृहत या सूक्ष्म तत्व, एफ = एक पूर्व निर्धारित कारक जो 1 से उच्च होता है और वाष्पीकरण, निक्षालन, यौगिकीकरण और गतिहीनता के ह्रास को पूरा करता है (चित्र 4 देखें)। जब मिट्टी द्वारा पूर्ति फसल की आवश्यकता से कम होती है तो उर्वरक देना पड़ता है जिससे कि एम (मिट्टी घोल) को बढ़ाया तथा इस स्तर पर ले जाया जा सके जो पौधों की आवश्यकता का पूरक बन जाय। उर्वरक की वास्तविक संस्तुतीकरण के लिए हमें कुछ प्रश्नों का उत्तर देना पड़ेगा। जैसे :– क्या ? कौन सा तत्व (या तत्वों) पौधों की वृद्धि तथा उत्पादन सीमित कर रहे हैं? कितना ? कितनी मात्रा डालना है। कब ? किस काल या अवधि में उर्वरक डालना है। कैसे ? कौन सा देने

का ढंग अधिक प्रभावशाली है। कौन सा? किस उर्वरक का प्रयोग किया जाय; गुणता पर प्रभाव ? केवल मिलयोग्य वृंत की उपज वृद्धि (टन बढ़ोत्तरी) पर ही ध्यान नहीं देना है बल्कि उर्वरक का प्रभाव चीनी की पैदावार पर भी देखना है। उर्वरक के प्रयोग का वातावरण पर क्या प्रभाव पड़ता है? न तो खनिज या जैविक उर्वरक जैसे गौड़ उपज फिल्टर निचोड़न खली और कारखानों (चुकन्दर कारखानों) के अवशेष का इस तरह से प्रयोग किया जाय जिससे मिट्टी पानी या हवा दूषित न हो। क्या यह लाभप्रद है? चीनी की पैदावार में वृद्धि प्रति हे. उर्वरण के सभी खर्चे, खरीद से लेकर संग्रह या वितरण या गन्ने के खेत में छिड़काव तक पूरा कर लेना चाहिए।

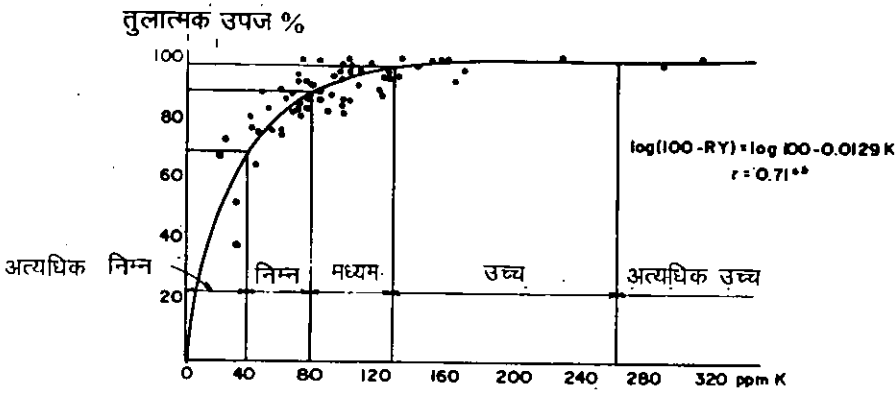
7.1 क्या और कितना?

मिट्टी के तत्व पूर्ति क्षमता का आंकलन किया जा सकता है – पत्ती विश्लेषण से, जिसकी चर्चा हो चुकी है, और बहुत प्रचुरता पूर्वक मिट्टी के रसायनिक विश्लेषण द्वारा। ऐसा प्रतीत होता है कि मिट्टी विश्लेषण का कोई भी तरीका आम तौर से नियमित ढंग से प्रयोग में नहीं है जिससे नत्रजन की आवश्यकता आंकी जाय। ब्राजील के वातावरण में अल्वारेज इत्यादि (Alvarez et al) (1991) ने सार्थक एवं ऋणात्मक सह सम्बन्ध एक प्रतिक्रमण समीकरण के प्रयोग से बावग पौधे में नत्रजन उर्वरक के प्रभाव और जैव पदार्थ के बीच पाया। इस प्रतिक्रमण समीकरण के अनुसार वाई = 99.6-26.8 एक्स + 1.62

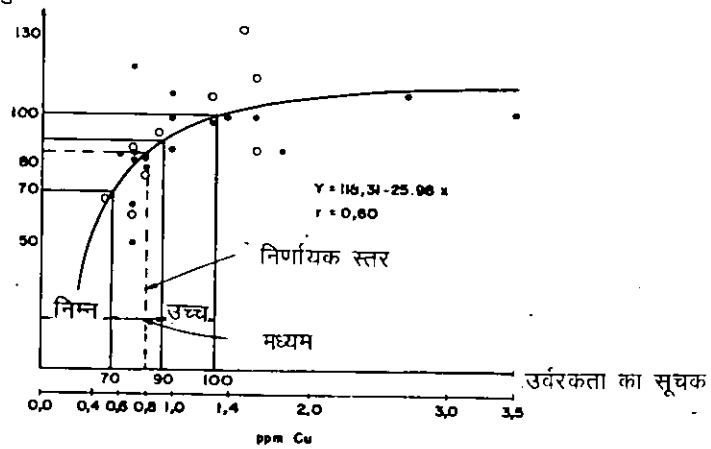


चित्र 16 : गन्ने का तुलनात्मक उपज मिट्टी फास. का प्रकार्य है, अंशांकन वक्र

(तुलनात्मक उपज आर. वाई. % = $\frac{\text{बिना फास. के उपज}}{\text{फास. के साथ उपज}} \times 100$)



चित्र 17 : अंशांकन वक्र गन्ने की तुलनात्मक उपज का जो पाट. का प्रकार्य है।



चित्र 18 : मिट्टी कापर और तुलनात्मक उपज के बीच संबंध।

एक्स^2 जहां, वाई = नत्रजन द्वारा पैदावार में बढ़त (टन प्रति हे.) और एक्स = जैव पदार्थ % । जब एक्स = 5.6% होता है तो प्रभाव शून्य होगा। बावग गन्ने में बेन्ग और ली (Weng and Li) (1992) ने सुनिश्चत किया कि नत्रजन खनिज मोचन – परिवर्तन की मात्रा प्रयोगशाला में उष्मायन के तहत मिट्टी की उपजाऊ शक्ति आंकने का एक मापदण्ड है। नत्रजन का खनिज मोचन–परिवर्तन एक साल में अंदाजन 260 से 330 कि.ग्रा. नत्रजन प्रति हेक्टेयर होता है। गन्ना फसल अवशेष में शुद्ध नत्रजन का खनिज मोचन–परिवर्तन की कोई मात्रा नहीं मिली।

उपलब्ध फासफोरस विभिन्न घोलों से निष्कासित किया जाता है:

1) अम्लीय : 0.05 एन एचसीएल + 0.025 एन H_2SO_4 (मेहलिच); 0.02 एनएचसीएल+ 0.03 एन अमोनियम फ्लोराइड या 0.1 एन एचसीएल+ 0.03 एन अमोनियम फ्लोराइड (ब्रे I और ब्रे II क्रमशः); 2) छारीय 0.5 एम सोडियम बाई कोर्बोनेट (ओल्सन Olsen) 3) कमजोर अम्ल का उभय प्रतिरोध घोल 0.54 एन अमोनियम एसिटेट 0.7 एन सोडियम एसिटेट पीएच 4.8 (मोरगान)। हाल ही में रेज इत्यादि (Raij et al) (1986) ब्राजील में धनायन और ऋणायन विनिमय रेजिन का मिश्रण प्रयोग किये—फास., पोट., कैल और मैग. को मिट्टी से एक ही समय निकालने के लिए। चित्र 16 अंशांकन वक्र दिखाता है जो मेहलिच निष्कासन घोल के प्रयोग से मिला (उत्तरी कैरोलिना भी कहते हैं) (ओरलैण्डो फिल्हो और रोडेला, (Orlando Filho & Radella 1983): जब मिट्टी में फासफोरस 30 पीपीएम के बराबर हो तो 90% की एक तुलनात्मक पैदावार पायी जाती है।

नियमित ढंग से उपलब्ध पोट. जो दोनों घोल और विनिमय पोट से मिलकर बना है, प्रभावपूर्ण रूप से विनिमय पोट. पतले अम्ल से निष्कासित होता है, जैसे मेहलिच का घोल या जैव अम्ल से जैसे अमोनियम एसिटेट। चित्र 17 अंशाकन वक्र है मिट्टी के पोटैशियम के लिए जो उत्तरी कैरोलिना घोल से निष्कासित होता है। अगर मिट्टी में पोट. 80 पीपीएम या 23 सीमोल/कि.ग्रा. हो तो तुलनात्मक 90% पैदावार मिल जाती है।

सल्फेट सल्फर का निष्कासन मोरगान घोल से या फासफेट घोल जिसमें एसिटिक एसिड और अन्य चीजें रहती है से होता है।

बहुत से निष्कासक सूक्ष्म तत्वों के लिए प्रयोग किये जाते हैं: गर्मपानी या पतला एचसीएल, बोरान के लिए; मेहलिच अम्लीय मिट्टी में तथा चिलेटिंग एजेण्ट डीटीपीए (डाईइथाइलीन ट्राइएमीनपेन्टा एसिटिक एसिड) जिसकी पीएच–7 या अधिक है, काप, लोहा, मैग., और जिंक के लिए। मालिब्डिनम को अमोनियम आक्जेलेट के अम्लीय घोल से निष्कासित करते हैं।

ताबां जो निष्कासित किया गया मेहलिच से, उसका अंशंकन वक्र प्रस्तुत है चित्र 18 में, यह प्रदर्शित करता है कि जब मिट्टी 0.8 पीपीएम की पूर्ति करती है तो तुलनात्मक पैदावार 90% मिल जाती है (संतोष और सोब्रल Santos and Sobrals, 1980)।

तालिका 24 संक्षिप्त रूप में प्राथमिक सूक्ष्म तत्वों की दर जो विभिन्न देशों में और क्षेत्रों में संस्तुत है प्रदर्शित करती है। श्रीवास्तव इत्यादि (1992) ने आंकड़ों का संकलन किया निम्नलिखित को छोड़कर : ब्राजील – माल वोल्टा (1982); कोलम्बिया – गार्सिया ओकम्पों (1991); कोस्टारिको – चेमस और अलभारैडो (Chaves & Alvarado) (1994); क्यूबा– भिलोगास (Villegas) (1994); इकुउवोडोर– अमोरेस (Amores) (1992); मेक्सिको–पालसीओस (Palacios) (1990)– उद्धृत किया गया भीलेगास (Villegas) (1994) द्वारा।

तालिका–24 उर्वरक संस्तुतिकरण

देश या भूखंड	फसल	नत्र.	कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ पी$_2$ओ$_5$	के$_2$ओ	टिप्पणी
अर्जेन्टिना		100	आवश्यकता के अनुसार ––		
आस्ट्रेलिया	बावग	56	25-80	75-150	ब्यूरीयू मिश्रण के
	पेड़ी	78	—	—	अलावा
बंगलादेश	—	120	85	110	
ब्राजील					
उत्तरपूर्वी	बावग	60-80	80-180	30-120	नत्र–2/3 फसल के बगल में दिया गया, पी$_2$ओ$_5$ और के$_2$ओ मिट्टी के परीक्षण के अनुसार।
	पेड़ी	60-80	20-100	40-140	पी$_2$ओ$_5$ और के$_2$ओ–वही
दक्षिणी पूर्वी	बावग	50-90	50-110	20-120	देखें उत्तरी पूर्वी
	पेड़ी	50-90	25-50	10-80	
केन्द्रीय पश्चिमी	बावग	30-40	30-120	30-120	देखें उत्तरी पूर्वी
	पेड़ी	40-60	15-60	20-90	
दक्षिणी	बावग	40-100	0-120	30-120	देखें उत्तरी पूर्वी
	पेड़ी	20-40	20-60	0-60	
ब्रिटिश गुयाना	—	65-90	50-100	60-150	
कोलम्बिया	बावग	50-70	50-100	60-150	नत्रजन–वही मात्रा,
	पेड़ी	50-100	60-120	60-150	फसल के बगल में पत्ती के विश्लेषण के बाद; पी$_2$ओ$_5$ और के$_2$ओ निर्भर करता है मिट्टी विश्लेषण पर।
कोस्टारिका	बावग	80-200	60-200	80-200	
	पेड़ी	100-250	50-200	80-250	
क्यूबा	बावग	0	0-50	0-120	पी$_2$ओ$_5$ और के$_2$ओ की दर मिट्टी विश्लेषण
	पेड़ी	35-150	0-50	0-150	और उपजर पर निर्भर।

देश या भूखंड	फसल	नत्र.	कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ P_2O_5	K_2O	टिप्पणी
इक्वाडोर	बावग	120	75-135	75-195	नत्र.–1/3 गन्ने के बगल में दिया गया।
	पेड़ी	90	—	—	P_2O_5 और K_2O मिट्टी विश्लेषण के आधार पर।
भारत					
उपोष्ण	–	100-250	60	80	नत्र.– अनेकबार
उष्ण	—	150-300	80-120	—	फसल के बगल में
इन्डोनसिया	—	120	मिट्टी विश्लेषण के अनुसार		
जमायका	—	80-160	मिट्टी विश्लेषण के अनुसार		
मारिसस	—	100-125 (2-1-1 मिश्रण)			
मेक्सिको	—	120-180	0-150	0-150	अधिक बहुल दरः नत्र. 120; P_2O_5 — 60, K_2O — 60
पाकिस्तान		90-160	—	—	
फीलीपीन्स					
भीएमसी जिला	—	125	120	180	
लुजोन	—	120-140	—	—	
पूइर्टो रिको	—	135-200	62	112	
दक्षिणी अफ्रीका					
तटवर्ती नीची भूमी	बावग	100-120	40	100	नत्र. और K_2O बाबग में दो बार
	पेड़ी	140	20	150	
पैरायशी मध्य भूमी	बावग	80	60	125	
	पेड़ी	120	40	175	
नीचा घास का मैदान	बावग	120	30	125	
	पेड़ी	100	10	175	
यू.एस.ए.					
हवाई :					
सिंचित	बावग	400	280	400-450	नत्र. दो भागों में दिया गया
बरानी		300	280	400-450	

दो उदाहरण यह व्याख्या करते हैं कि कैसे मिट्टी विश्लेषण का प्रयोग फासफोरस उर्वरक दर निर्धारण में होता है। तालिका 25 भारत में उर्वरक संस्तुति का प्रयोग श्रीवास्तव इत्यादि (1992) के अनुसार प्रदर्शित करता है। क्यूबा के फेरालसोल में, फासफोरस उर्वरण का आंकलन फासफोरस के अधिशोषण (Adsorption) शक्ति को ध्यान में रख कर करते हैं, जो मिट्टी घोल में तत्व के सांद्रता से संबंधित किया जा सकता है जैसा कि तालिका 26 (कैब्रेरा– Cabrera 1994) में प्रदर्शित है।

तालिका 25 : भारत में संस्तुति किया गया फसस्फोरस ($पी_2ओ_5$) की दर मिट्टी विश्लेषण के आधार पर

विधि	उपलब्ध फास्फोरस का स्तर	प्रभाव की संभावना	संस्तुति दर (कि.ग्रा. प्रति हे. $पी_2ओ_5$
परिवर्तित	<25 कि.ग्रा./हे.	निश्चित	200-500
ट्रुग	25-45 "	अनिश्चित	50-100
	>45 "	कुछ नहीं	कुछ नहीं
परिवर्तित	0-6 पीपीएम	निश्चित	100-170
ओल्सन	7-14 "	अनिश्चित	60-100
	>15 "	कुछ नहीं	कुछ नहीं

तालिका 26 : क्यूबा के फेरालसोल्स (feralsols) के लिए फासफोरस ($पी_2ओ_5$) की संस्तुति मिट्टी घोल में फास. के स्तर पर आधारित।

श्रेणी	फांस. मिट्टी घोल में (पीपीएम)	संस्तुति दर (कि.ग्रा. $हे.^{-1}$ $पी_2ओ_5$)
उच्च स्थिरक	<0.016	100
मध्यम "	<0.016-0.025	50
न्यून "	0.025-0.038	25
बहुत न्यून "	>0.038	0

7.2 कब? (प्रयोग समय)

जैसा कि चित्र 6 में प्रदर्शित है, शुरू में नत्र., फास. पोट., की मात्रा का उद्‌वहन और संचय बहुत कम होता है। जीव स्थूल के पैदावार में तेज वृद्धि का समय तत्व अवशोषण दर की बढ़ोत्तरी से संबंधित है। नत्र., फास., पोट. का प्रयोग समय निश्चित करने के लिए निम्नलिखित बातों पर ध्यान देना होगा : अधिक आवश्यकता वाली अवधि या अवधियां

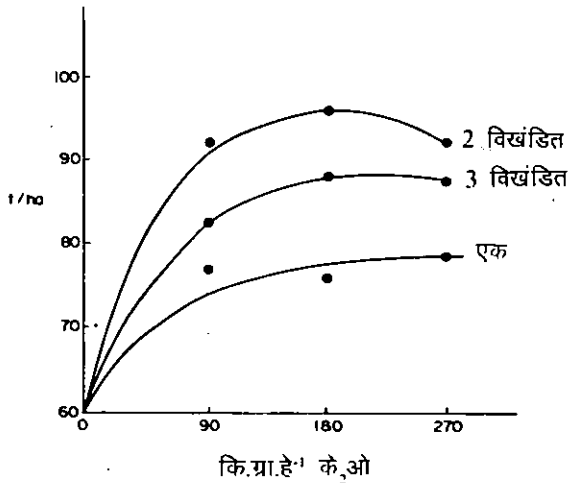
तथा तत्व का मिट्टी में कार्य प्रणाली। व्यवहार में प्रायोगिक परिणामों के आधार पर ताल मेल (सामान्जस्य) करना पड़ेगा। ऐसे परिणाम जो किसी विशेष स्थान के लिए होते हैं दूसरे वातावरण में उसे प्रयोग करते समय विशेष ध्यान रखना चाहिए। दोनों नत्रजन और पोटैशियम उर्वरक मिट्टी घोल का आस्माटिक प्रेसर बढ़ा देते हैं। इसलिए अगर यह अधिक हो जाय तो बीज तथा जड़ों को खतरा पहुंच सकता हैं। नत्रजन खनिज तत्व के रूप में मूल परिवेष से निक्षालित हो सकता है। यही पोटैशियम के साथ भी होता है अगर मिट्टी में कम घनायन विनिमय शक्ति (cation exchange capacity) है।

नत्रजन के आंशिक मात्रा में प्रयोग की आवश्यकता रोपण के समय तथा उसी तरह से प्रयोग के लिए बलुई मिट्टी में बताते हैं। फास्फोरस – उर्वरक रोपण के समय नालियों में दिया जा सकता है। बची हुई पोटाश और नत्रजन की मात्रा अंकुरण के बाद विभिन्न समय के अन्तर पर पौधों के कतार के बगल में डाला जा सकता है। सिंचित गन्ने में नत्र. और पोट. का प्रयोग कई अवसर पर कर सकते हैं।

रीसराल्डा सूगर मिल (इंगिनियोरिसराल्डा), रिसरा विभाग, कोलम्बिया की गन्ने की औसत पैदावार बरानी हालत में विश्व की एक सबसे अधिक उपज है : 128 टन प्रति हेक्टेयर 15 कटाई का औसत। रोपण के समय 110 कि.ग्रा. $पी_2ओ_5$ दिया जाता है; तीन महीने बाद (मिट्टी विश्लेषण के आधार पर) 70 से 90 कि.ग्रा. नत्र. और 30 से 60 कि. ग्रा. $के_2ओ$ खेत में डाला जाता है। प्रत्येक पेड़ी में, पहली फसल के कटने के एक महीने बाद 120 से 140 कि.ग्रा. नत्रजन और 60 कि.ग्रा. $के_2ओ$; 3 से 4 माह बाद 50 से 60 कि.ग्रा. नत्रजन दिया जाता है, प्रत्येक 3-4 पेडि.यों में 60 कि. ग्रा. $पी_2ओ_5$ देते हैं (इंग. इग्रिक. जैरो सुलर, प्राइवेट कमुनिकेशन, 1994)।

विखण्डित/विभाजित (Split) नत्रजन और पोटाश देने का फायदा प्रयोगिक परिणामों से अक्सर दिखाया गया है। तालिका 27 नत्रजन को कई भागों में बांटकर डालने का प्रभाव 18 माह वाले फसल पर प्रदर्शित करती है (टोलेडो और नोविस Toledo & Novaes 1962); तालिका 28 का परिणाम बताता है 24 महीने पुरानी बावग फसल में (गेउस Geus 1973)

यह ध्यान में रहना चाहिए, कि नत्रजन खाद विशेषकर उच्चदर, का प्रयोग देर में न हो क्योंकि इससे मिलयोग्य गन्ने की उपज तो बढ़ जाती है किन्तु चीनी की मात्रा घट जाती है, ऐसा कायिक वृद्धि में बढ़ोत्तरी के कारण होता है। अल्मारेज और फ्रीयरे (Alvarez and Freire) (1962) ने हल्की रचना और कम पोटास (0.04 सीमोल/कि. ग्रा.) वाली मिट्टी में प्रयोग द्वारा बताया कि जब पूर्ण पोटाश की मात्रा का प्रयोग दो हिस्सों में बाटकर होता है यानी आधी मात्रा बावग के समय और आधा दो महीने बाद (वर्षात के मौसम के बाद) तो पैदावार में ब्यंजक बढ़ोत्तरी होती है। पूर्ण मात्रा को तीन बराबर भागों में बांट कर (बाबग, दो और नौ महीने बाद) देने पर निपुणता घट जाती है। (चित्र – 19)



चित्र 19 : बावग फसल में के$_2$ओ की दर और उसके विखण्डित प्रयोग का प्रभाव।

तालिका 27 : विभाजिक ढंग से गन्ने में नत्रजन देने का प्रभाव (18 महीने की फसल) (1)

अभिक्रिया	उपज टन प्रति हे.
1. बिना खाद	44
2. फास. पोट.	49
3. फास. पोट. + 1/2 नत्र रोपण के समय+ 1/2 वर्षा के शुरूआत में	62
4. फास. पोट. + 1/3 नत्र. रोपण के समय + 1/3 वर्षा के शुरूआत में + 1/3 नत्र. उसके एक महीने बाद	65
5. फास. पोट. + 1/4 नत्र. रोपण के समय + 1/4 नत्र. वर्षा के शुरूआत में + 1/4 नत्र. तीन महीने बाद और 1/4 नत्र. 5 महीने बाद	61

(1) नत्र. – 120 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$; पी$_2$ओ$_5$ -120; के$_2$ओ -80

तालिका 28 : विभाजित ढंग से गन्ने में नत्रजन देने का प्रभाव, 24 महीने की फसल में (1)

अभिक्रिया	टन/हे.	
	गन्ना	चीनी
1. फास. पोट.	135	22.5
2. फास. पोट.+ 56 कि.ग्रा. नत्रजन रोपण के समय।	139	23.0
3. फास. पोट. + 56 कि.ग्रा. नत्रजन गन्ने के बगल में रोपण के तीन महीने बाद	172	29.1
4. फास.पोट. + 56 कि.ग्रा. नत्रजन गन्ने के बगल में रोपण के 12 महीने बाद	147	23.6

(1) गेउस (Geus, 1973)

7.3 केसे? (प्रयोगविधि)

उर्वरक देने के ढंग की कार्यकुशलता बहुत से कारक के ऊपर निर्भर करती है। जैसे मिट्टी तत्व और जड़ से सम्बन्ध करने का तरीका, जड़ फसल के किस्म (बावग या पेड़ी), पौधों की दूरी, उर्वरक का प्रकार और प्रयोग करने की दर।

बार्बर (Barber) (1966) तथा बार्बर और ओल्सन (Barber & Olson) (1968) ने दिखाया कि जड़ की दखल, समूह बहाव (Mass flow) तथा विशरण (diffusion) का योगदान पूरे तत्वों के जड़ सतह तक पहुचने में क्रमशः निम्न होता है: नत्र.-1, 99, 0; फास. -2, 4, 94 और पोट.-2, 20, 78। इस तरह नत्रजन के लिए, समूह बहाव एक मात्र भूमिका अदा करता है तथा मुख्य रुप से विशरण (94%) फास. एवं (78%) पोट. के लिए प्रधान क्रिया विधि है जड़ संबंध या जड़ तक पहुंचने का। ऐसा सम्बन्ध पाया गया है, कि जब तक फास्फोरस समुचित मात्रा में है, तो दोनो नत्रजन और पोटैशियम पूरी तरह बराबर मात्रा में अवशोषित होते हैं।

गोल्डेन (Golden) (1967) ने सिद्ध किया कि उर्ध्वाधर जड़े (Vertical roots) वृद्धि मौसम में पार्श्व जड़ों (Lateral roots) की अपेक्षाकृत अधिक संख्या में बनती हैं और कार्यशील रहती हैं। पेड़ी में उथली जड़ निकाय होती है बावग फसल की तुलना में। पुरानी जड़ निकाय धीरे धीरे मर जाती है और प्ररोह से निकली नयी जड़ों द्वारा विस्थापित कर दी जाती हैं। रेडियो एक्टिव फासफोरस प्रयोग करके यह बताया गया है कि अनुकूलतम् (Optimum) उर्वरक का ठिकाना कुँड़ के अन्दर बीज के टुकड़ों के नीचे है, जहां पर अधिकतम जड़ प्रतिशत की पहुंच उर्वरक तक होती है (हमवर्ट 1968)। पेड़ी के लिए उर्वरक (अक्सर नत्र और पोट. और असामान्यतः नत्र., फास., पोट.,) एक तरफ से कूँड़ में और जितनी नजदीक हो गन्ने की पंक्तियों के बगल में देते हैं या अगर रोपड़ नजदीक

हो तो दे पंक्तियों के बीच में दिया जाता है (नेल्सन Nelson, 1980)। यह कार्य तुरन्त पहले वाली फसल की कटायी के बाद किया जाता है (तालिका 29 और 30)

तालिका 29 : फासफोरस के देने के तरीके का प्रभाव बावग फसल पर *ब्राजील में।

अभिक्रिया	टन हे.$^{-1}$
गहरा प्रस्थापन	103
बाहरी सतह पर प्रयोग	90

* (ओरलैण्डो फिल्हो इत्यादि 1979)

तालिका 30 : फासफोरस डालने की विधि————तथा अवशेष फासफोरस (सुपर फासफेट के रूप में) का प्रभाव पेड़ी फसल पर, दक्षिणी अफ्रीका में (गेउस Geus 1973)

अभिक्रिया	गन्ना उपज टन/हे.$^{-1}$
1. फासफोरस विहीन	37.5
2. छिटका	81.0
3. पट्टी 10-15 से.मी. चौड़ी कतार के एक तरफ	75.0
4. गहरा प्रस्थापन (22.5 से.मी. और पट्टी में 10-15 से.मी. पहले जैसा	73.0
5. कूँड़ में बावग फसल में	109.2

जब सूखा अमोनिया या गीला अमोनिया नत्रजन खाद के रूप में देना है तो इसे कूँड़ में डालकर तुरन्त ढक देते हैं जिससे कि वाष्पीकरण द्वारा हास न हो। जलवायु की हालत के अनुसार जब यूरिया–नत्रजन जमीन के ऊपर छिड़का जाता है विशेषकर जब यूरियेज सम्पन्न फसल का अवशेष उपस्थित हो तो इसका अधिक हिस्सा वायुमंडल में चला जाता है। डेनमीड इत्यादि (Denmead et al) (1990) ने आस्ट्रेलिया मे बताया कि 30 से 40% यूरिया–नत्रजन का हास हो सकता है जब खेतसूखी पत्तियों एवं कूड़े करकट (trash) से भरा हो। किन्तु जब वर्षा 13 मि.मी. से अधिक तुरन्त यूरिया देने के बाद हो जाती है तो यूरिया ट्रैस से निक्षालित होकर जमीन में आ जाती है और वाष्पीकरण का हास वस्तुतः बन्द हो जाता है।

नत्रजन एवं पोटैशियम का उच्चदर बीज के टुकड़े के नजदीक रोपण कूड़ में नहीं डालना चाहिए क्योंकि इससे मिट्टी के घोल का परासरणी चाप (Osmotic pressure) बढ़ जाने का खतरा होता है। इस हालत में उर्वरक का कुछ भाग बाद में पंक्तियों के बगल में डाल देते हैं। दूसरी तरफ छिटका (रोपण से पहले) और कूँड़ में फासफोरस देने के बीच का सम्बन्ध लाभकारी हो सकता है जैसा कि मोरेली इत्यादि (Morelli et al) (1991) ने प्रदर्शित किया। इन लोगों ने मैगनीशियम थर्मोफासफेट को फासफोरस के साधन के रूप में प्रयोग किया : अभिक्रिया में सम्मिलित था 200 कि.ग्रा. $पी_2ओ_5$

प्रति हे. छिटका + 100 कि.ग्रा. पी$_2$ओ$_5$ प्रति हे. कूँड़ में डालना जो गन्ना उत्पादन के लिए अधिक लाभप्रद पाया गया इससे बावग फसल में 27.3 टन प्रति हे. और पहली पेड़ी में 25.0 टन प्रति हे. पैदावार में बढ़ोत्तरी हुई।

नत्रजन और पाटैशियम उर्वरक सिंचाई के पानी में डाला जा सकता है (विस्तृत जानकारी के लिए देखें हमवर्ट 1968)।

फसल में, घने वितान (Canopy) विकास के बाद,जब नत्रजन और पोटैशियम विभाजित मात्रा में डाले जाते हैं तो जमीन की सतह पर उर्वरक डालना करीब असम्भव सा हो जाता है। उर्वरक तब हवा के माध्यम से फैलायी जा सकती है । सामुएल (Samuels) (1969) के अनुसार जब यूरिया घनी वितान में डाली जाती है तो करीब 95% पत्ती और वृंत पर पड़ती है और केवल 5% जमीन पर पहुंचती है। यूरिया पत्ती पर ओस की बूंदों या वाष्पोत्सर्जित पानी में घुल जाती है और तुरन्त अवशोषित हो जाती है; 75-80% पौधे के अन्दर 24 से 48 घण्टे में चली जाती है। पत्ती के नत्रजन के परिवर्तन की दृष्टि से मिट्टी में डाली गयी यूरिया धीमे से काम करती है। पत्ती इससे नहीं जलती अगर पर्णक पत्राधार में कम से कम 80 प्रतिशत नमी हो, उर्वरक देने के समय। हवाई ढंग से पोटैशियम क्लोराइड (100-200 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$) का प्रयोग अनेक गन्ना उगाने वाले देशों में होता है। यूरिया और म्युरेट आफ पोटास एक साथ दिये जा सकते हैं जिससे तत्वों का असन्तुलन दूर किया जा सकता है। कमजोर जल निकास वाली हवाई की मिट्टी में यह देखा गया कि 19 कि.ग्रा. पोटास (के$_2$ओ) पत्ती पर जब दिया गया तो मिट्टी में डाले गये 200 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ के तुलना में अच्छा परिणाम दिया।

7.4 कौन सा उर्वरक?

तालिका 31 गन्ना संसार में प्रयोग होने वाली मुख्य उर्वरकों की सूची प्रस्तुत करती है। मुख्य उत्पाद जिसमें सूक्ष्म तत्व पाये जाते हैं तालिका 32 में पदर्शित है। रोपण के समय नत्र., फास., अक्सर दिये जाते हैं, जबकि बाद में लाइन के बगल में केवल नत्रजन या नत्रजन और पोटास दिये जाते हैं। तरल उर्वरक का प्रयोग बढ़ रहा है, उत्पाद और उपयोग में कम खर्च (कीमत) के कारण। अक्सर मिश्रण, गन्ना मिल में बनता है जो कच्चा माल खरीदता है जैसे एनहाइड्रस अमोनिया, फासफोरिक एसिड या मोनोअमोनियम फासफेट और म्युरेट आफ पोटास। कभी कभी राकफासफेट +सल्युरिक या फास्फोरिक एसिड का प्रयोग किया जाता है, जिससे कि एक आंशिक अम्लीय गाढ़ा घोल (Suspension) बन सके। विशेष सूत्रीकरण (सस्पेन्शन में) जो ब्राज़ील में प्रयोग में लाये जाते हैं वे हैं : 3-15-10, 12-4-12, 12-6-18, 10-0-18, 15-0-15। आगे विस्तृत जानकारी पाई ज़ा सकती है पालग्रामे (1991) तथा मालवोल्टा (1993) के शोध पत्रों में।

श्रीवास्तव इत्यादि (1992) के अनुसार नत्रजन के सभी खनिज स्रोत बराबर प्रभावशाली होते हैं। सामुएल्स और कैपो (1956) बताते हैं कि, प्यूर्टोरिको में प्रयोग 1910 से किये गये, नत्रजन के साधनों की तुलना के लिए (तालिका–33)। जैसा कि तालिका–33

में प्रदर्शित है गर्त अवशेष (Tankage : slaughterhouse residue) (कसाई खाना अवशेष) जिसकी प्राप्यता कम है, को छोड़कर सभी बराबर प्रभावकारी है। नत्रजन उर्वरक देने का ढंग, मिट्टी में उनकी घुलनशीलता के उपर निर्भर करता है जो तुलनात्मक दक्षता को प्रभावित करता है। अल्भारेज इत्यादि (Alvarez *et al*) (1957, 1958) ने प्रदर्शित किया कि जब पूरी मात्रा रोपण कूँड में डाली जाती है, तो दोनों रेड़ी के बीज की खली और सींघ चूर्ण, जो धीरे धीरे नत्रजन बाहर निकालते हैं अधिक पैदावार दिये अन्य नत्रजन के साधनों से । जब विभाजित ढंग से मात्रा दी गयी तो प्रभाव बराबर रहा (तालिका–34), केवल कैलसियम साइनेमाइड को छोड़कर जो कि कूँड में डाला गया।

ब्रीनहोली इत्यादि (Brinholi *et al*) (1980) ने एनहाइड्रस अमोनिया और अमोनियम नाइट्रेट पेड़ी फसल में दिये, वे दोनों के प्रभाव पैदावार बढ़ोत्तरी में एक समान पाये, फिर भी, अधिक लाभ पहले उर्वरक से हुआ क्योंकि उसका मूल्य कम था। मालभोल्टा (1980) ने बहुत से प्रयोगों के परिणाम संक्षेपित किये जो नत्रजन के साधन के प्रभाव की तुलना करने के लिए किये गये। आकड़ों से पता लगता है कि उपज में वृद्धि सभी नत्रजन साधन से वास्तव में समान था। यद्यपि कि कुछ अन्तर हो सकता है, जैसे अमोनियम सल्फेट उर्वरक, जो अधिक पैदावार सल्फर कमी वाले मिट्टी में दे सकी।

पानी में घुलनशील फास्फोरस के रुप (सुपर फास्फेट, अमोनियम फास्फेट) को अधिक पी. एच. वाली मिट्टी में प्राथमिकता दी जाती है, यानी उनमें जिसमें कल्केरियस सिल्ट की संपन्नता हो। कम घुलनशील रूप अम्लीय या लैटरीटिक मिट्टी के लिए अधिक उपयुक्त है। आस्ट्रेलिया में उदाहरण के लिए बड़े पैमाने पर अच्छी तरह पिसे हुए साफ्ट राक फासफेट को पंक्तियों के किनारे दिया जाता है साथ ही साथ थोडी घुलनशील मात्रा भी प्रतिवर्ष दी जाती है जिससे कि मिट्टी का भण्डार समृद्ध बन जाय, (Srivastava et al 1992)।

चित्र 20, मालवोल्टा (1982) से लिया गया। यह प्रदर्शित करता है कि ब्राजील में जो प्रयोग किये गये विभिन्न फास्फोरस की तुलना के लिए, उनमें राक फासफेट जो धीरे प्रक्रिया वाला है (Apatites) को छोड़कर, सभी साधन बराबर प्रभावशाली हैं।

नत्रजन उर्वरक जिसमें नत्रजन के अलावा (सल्फ; अमोनियम सल्फेट) अन्य तत्व होते है, फासफोरस उर्वरक जैसा ही प्रभाव कई भागों में प्रदर्शित करते है। फेरिरा इत्यादि (Ferreira et al) (1989) के द्वारा किये गये प्रयोग में उपज मैगनिशियम मल्टीफासफेट अभिक्रिया में अधिक थी ट्रिपिल सुपर फासफेट से, जिसमें धन्य है सल्फर की उपस्थिति (मल्टीफासफेट परिवर्तित रूप है सिंगिल सुपर फासफेट का)। सभी प्रयोगों में यह ध्यान रहे कि फासफोरस जो बावग फसल में दिया गया, उसका प्रभाव कई पेड़ी तक रहा जिसके कारण फिर फासफोरस देने की जरूरत नहीं पड़ी जब तक कि नया चक्र न शुरू हो।

पोटैशियम क्लोराइड और पोटैशियम सल्फेट सभी जगह एक समान प्रभावशाली है, केवल उन मिट्टियों को छोड़कर जिनमें वास्तव में सल्फर की कमी है।

उर्वरक	नत्र.	$पी_2ओ_5$	$के_2ओ$	कैल.	मैग.	सल्फ.	कार्बोनेट तुल्यांक	सेलीनीटी
सूखा अमोनिया	82	-	-	-	-	-	1.5	47
नम अमेनिया	16-25	-	-	-	-	-	-0.3-0.5	?
अमोनियम नाइट्रेट	33	-	-	-	-	-	-0.6	105
नाइट्रोचाक	27	-	-	3	2	-	-0.3	61
अमोनियम सल्फेट	21	-	-	-	-	24	-1.1	69
कैलसियम नाइट्रेट	15	-	-	26	-	-	+0.2	65
नत्रजन घोल	21-49	-	-	-	-	-	-0.4-0.9	78
यूरिया	45	-	-	-	-	-	-0.8	75
सोडियम नाइट्रेट (चिलियन)	16	-	-	-	-	-	+0.3	100
डाईअमोनियम फासफेट	16	48	-	-	-	-	-0.7	34
मोनोअमोनियम फासफेट	10	50	-	-	-	-	-0.6	30
नाइट्रो फासफेट	14-22	10-22	-	6-8	-	-	-0.1-0.3	?
सोडियम और पोटैशियम नाइट्रेट	15	-	14	-	-	-	+275	92
सिम्पिल सुपर फासफेट	-	20	-	18	-	12	0	8
ट्रिपिल सुपर फासफेट	-	45	-	10	-	1	0	10
थर्मोफासफेट	-	19-	-	20	9	-	+500	-
राकफासफेट	-	26-37	-	25-28	-	-	+100	-
पोटैशियम क्लोराइड	-	-	60	-	-	-	0	116
पोटेशियम सल्फेट	-	-	50	-	-	18	0	46
पोटैशियम नाइट्रेट	14	-	4	-	-	-	+260	74

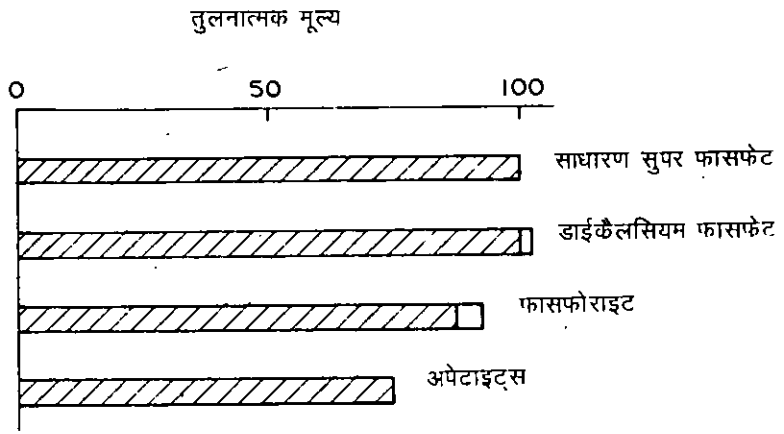
(1) कैलसियम कार्बोनेट तुल्यांक : + छारत्व टन कार्बोनेट/टन उत्पादन, सेलीनीटी : सोडियम नाइट्रेट के तुलना में।

तालिका 32 : सूक्ष्म तत्वों के मुख्य स्रोत

उत्पाद	सूक्ष्म तत्व	मात्रा %
बोरेक्स ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)	बो.	11
सालूबोर ($Na_2B_407.5H_2O+Na_2B_{10}O_{16}.10H_2O$)	बो.	20
बोरिक एसिड ($H_3 BO_3$)	बो.	17
क्यूप्रिक सल्फेट ($CuSo_4.5H_2O$)	काप.	25
क्यूप्रिक आक्साइड (CuO)	काप.	75
कापर चिलेट	काप.	5-13
फेरस सल्फेट ($FeSo_4.7H_2O$)	आई.	25
एफ ई चिलेट	आई.	5-14
मैंगनस सल्फेट ($MnSo_4.H_2O$)	मैंग.	26-28
आक्साइड (MnO)	मैंग	41-68
मैंग चिलेट	मैंग.	8-12
सोडियम मालिब्डेट ($Na_2MoO_4.2H_2O$)	मालि.	39
अमोनियम मालिब्डेट (NH_4) $6Mo_7O24H_2O$)	मालि.	54
मालिब्डिनम आक्साइड	मालि.	66
जिंक सल्फेट ($ZnSo_4.7H_2O$)	जिंक	23
आक्साइड (ZnO)	जिंक	30-78
जिंक चिलेट्स	जिंक	5-13

तालिका 33 : नत्रजन उर्वरक का तुलनात्मक निपुणता, पुइर्टोरीको में।

साधन	तुलनात्मक उपज
अमोनियम सल्फेट	100
अमोनियम नाइट्रेट	94
कैलसियम साइनेमाइड	98
"नूग्रीन"	104
सोडियम नाइट्रेट	100
टैंकैज (कसाईखाना अवशेष)	99
यूरेमन	96
यूरिया फारमलडिहाइड	94



चित्र 20 : विभिन्न फासफेट्स की तुलनात्मक उपयोगिता।

तालिका 34 : नत्रजन खादों का बावग फसल में प्रभाव, ब्राजील में।

अभिक्रिया	उपज टन हे.$^{-1}$
नियंत्रण (नत्रजन विहीन)	81
रेड़ी के बीज की खाद	91
चीलियन नाइट्रेट आफसोडे	89
अमोनियम सल्फेट	91
नाइट्रोचाक	91
कैलसियम साइनेमाइड	82
यूरिया	88

तालिका 35 प्रस्तुत करती है17 प्रयोगों के आंकड़े, जिसका विश्लेषण फ्रेइरी इत्यादि (Freire et al (1968) ने किया। डाई कैलसियम फासफेट तथा मैगनिसियम थर्मो फासफेट, जिसके समूचे फास. की अधिकतर मात्रा उदासीन अमोनियम साइट्रेट में घुलनशील है, का प्रभाव पानी में घुलनशील सुपर फासफेट के समान पाया गया।

तालिका 35 : तुलनात्मक निपुणता सामान्य सुपर फासफेट (=100) और अन्य फासफेटिक उर्वरक जो बावग गन्ने में दिये गये। 100 कि. ग्रा. हे.$^{-1}$ पी$_2$ओ$_5$ की दर से।

उर्वरक	सेन्ट्स की संख्या	तुलनात्मक निपुणता
डाईकैल्सियम फासफेट	4	105
थर्मोफासफेट	3	107
बोनमील	5	91
ओलिण्डा फासफोराइट	4	63
अल्मोराडा अपेटाइट	6	61
अरेक्सा अपेटाइट	2	57
फासफोरस बाक्साइट	3	40

मिट्टी की पी.एच. बढ़ने पर कम घुलनशील फासफेट विशेषकर राक फासफेट की कार्यकुशलता घट जाती है। (तालिका 36)

तालिका 36 : पी.एच. का प्रभाव विभिन्न फासफेट की निपुणता पर (सुपर फासफेट = 100)

उर्वरक	पी.एच.	
	5.0	5.5
थर्मोफासफेट	112	102
डाईकैलसियम फासफेट	116	97
बोनमील	93	88
अपेटाइट	76	49

7.5 गुणता पर प्रभाव :

यह सर्वविदित है कि "चीनी खेत में बनाई जाती है, न कि फैक्ट्री में "Sugar is made in the field, not in the factory"। चीनी का बनना तथा संचय होना विभिन्न परिवर्ती का कार्य है : प्रजाति और उम्र या फसल की अवधि, जलवायु दशा (नमी, प्रकाश और तापमान), मिट्टी का उपजाऊपन एवं उर्वरक प्रयोग। उर्वरक प्रयोग का प्रभाव वास्तव में प्रतिबिम्बित करता है, अधिक हद तक पोषक तत्वों के कार्य, पौधों के अन्दर दैहिकी प्रक्रियाओं में, विशेषकर प्रकाश संश्लेषण, सुक्रोज का वहन एवं संचय (स्रोत एवं अभिगम संबंध–The sink source relationship) में जैसा कि इसका विवेचन पहले ही किया जा चुका है।

नत्रजन : गेउस (Geus) (1973) के अनुसार नत्रजन की मात्रा की बढ़ोत्तरी से वृंत और चीनी की पैदावार बढ़ती है तब जब तक कि, यह उच्चतम स्तर तक न पहुँच जाय।

अगर नत्रजन इष्टतम् मात्रा से अधिक दी जाती है तो चीनी की पैदावार घट सकती है। होडनेट (Hodnett) (1956) पहले वाले ब्रिटिश राज्य में 1930 से किये गये 767 प्रयोगों के परिणामों की जांच के बाद अंदाजा लगाये कि प्रत्येक 56 कि.ग्रा. प्रति हे. नत्रजन देने पर 0.04.0.33% सुक्रोज में कमी आती है। यह कमी वैसे अपरिवर्तनीय नियम नहीं है।

भाल्डीभिया इत्यादि (Valdivia *et al*) (1978) ने बताया कि पेरू में जहां नत्रजन कायिक वृद्धि (Vegetative growth) के शुरूआत में दिया जाता है, वहाँ उच्च नत्रजन दर का बुरा प्रभाव नहीं होता : 300 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ या अधिक नत्रजन उर्वरक गुणता पर कुप्रभाव नहीं डालती। नत्रजन का देर में प्रयोग यानी कटाई से करीब 2 माह पहले पर्याप्त वर्षा 75-100 मि.मी. के सहचर्य में, चीनी की मात्रा घटा देती है और शुद्धता भी। जैसे जैसे कटाई का समय नजदीक आता है नत्रजन पौधे में अपर्याप्त मात्रा में होनी चाहिए जिससे कि कायिक वृद्धि में अवरोध तथा सुक्रोज की मात्रा में वृद्धि हो। नत्रजन देने के समय का प्रभाव चीनी की पैदावार पर कई लोग, च्वान–चाउ (Chwan-Chau) (1976) के अलावा दिखाये। देर में, 10 माह के उम्र पर प्रयोग से चीनी की पैदावार 13 ग्राम प्रति वृंत घटी, 7 माह के उम्र के प्रयोग की तुलना में। फिर भी कुछ प्रजातिगत अन्तर है। मोरिन्हो इत्यादि (Marinho *et al*) (1975) ने ब्राजील में जांच करके बताया कि कुछ प्रजातियों में, निम्न से निम्न 50 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ नत्रजन का प्रयोग पोल प्रतिशत और शुद्धता घटा देती है। किन्तु कुछ अन्य जातियों में प्रतिकूल प्रभाव नहीं पाया गया।

फासफोरस : हमवर्ट (1968) ने 354 प्रयोगों के परिणामों का विश्लेषण किये जो वर्ष 1940-1954 के बीच किये गये थे। किसी भी प्रयोग में फास्फोरस उर्वरक गन्ना की गुणता को नहीं घटाया बल्कि यह उसमें 7 से 13 प्रतिशत की वृद्धि लाया। होडनेट (Hodnett) (1956) को 56 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ $पी_2ओ_5$ देने पर दोनों धनात्मक और ऋणात्मक प्रभाव मिले। मारिन्हो इत्यादि (1975) पाये कि जब 100 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ $पी_2ओ_5$ से अधिक फासफोरस दिया गया तो उस समय चक्र में उपज, चीनी की सांद्रता, पोल% और शुद्धता घटी विशेषकर पेड़ी में उस मिट्टी पर जिसमें फास्फोरस की कमी नहीं थी। दूसरी तरफ फासफोरस की कमी वाले मिट्टी में पोल प्रतिशत और शुद्धता में वृद्धि हुई जब 50-100 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ $पी_2ओ_5$ की दर दी गयी।

गन्ने के रस में फासफोरस की मात्रा, रस को निर्मल बनाने में प्रभावशाली होता है और उसमें 132-264 पीपीएम पी होना चाहिए जब चूने का प्रयोग निर्मल बनाने के लिए होता है। अन्य निर्मल बनाने के ढंग में इसके कम मात्रा की जरूरत होती है। सेर्रा इत्यादि (Serra et al) (1974) ने बताया कि फासफोरस अभावग्रस्त रस निर्मल बनाने पर अधिक मैलापन देता है, प्रक्रिया में कम मात्रा में तलछट बनने के कारण यह होता है। जो भी हो, रस में सीधा फासफोरस डालकर निर्मल बनाने की प्रक्रिया सस्ती पड़ती है, उस अवस्था के तुलना में जब फास्फेटिक उर्वरक रस को फास्फोरस सम्पन्न बनाने के लिए खेत में डाले जाते हैं बिना वृंत के पैदावार की वृद्धि के।

पोटैशियमः पोटैशियम का प्रयोग मिल योग्य वृंत तथा सुक्रोज की उपज को प्रभावित करने में होता है जैसा कि सेमुएल और लैन्ड्राऊ जर (Samuels and Landrau Jr.) (1956) ने बताया। दूसरे शब्दों में : जैसे जैसे पोट की पूर्ति बढ़ती है गन्ना और चीनी की उपज और रस में ब्रिक्स % बढ़ती है। इस तरह की उपनति (Trend) होडनेट (1956) ने अपने समीक्षा लेख में भी पाया कि पोट. का अभाव या अपर्याप्त पूर्ति वृंत की पैदावार तथा रस की गुणता घटा देता है। दोनों प्रकाश संश्लेषण की दर तथा सुक्रोज का वहन पत्ती से वृंत तक घट जाता है।

नत्रजन और पोटैशियम में नजदीकी साझेदारी (धनात्मक पारस्परिक क्रिया) है : अधिक नत्रजन के कारण चीनी की मात्रा में जो कमी आती है उसका सुधार पर्याप्त पोटास देने से हो जाता है जैसा कि तालिका 37 में दिखाया गया है (गुएस 1973) : पाटैशियम की अनुपस्थिति में नत्रजन का प्रयोग चीनी की मात्रा घटाता है जबकि पहले वाले को डालने से अधिक हद तक सुक्रोज की कमी फिर से बहाल हो जाती है।

तालिका 37 : नत्र और पोट. का सुक्रोज पर प्रभाव

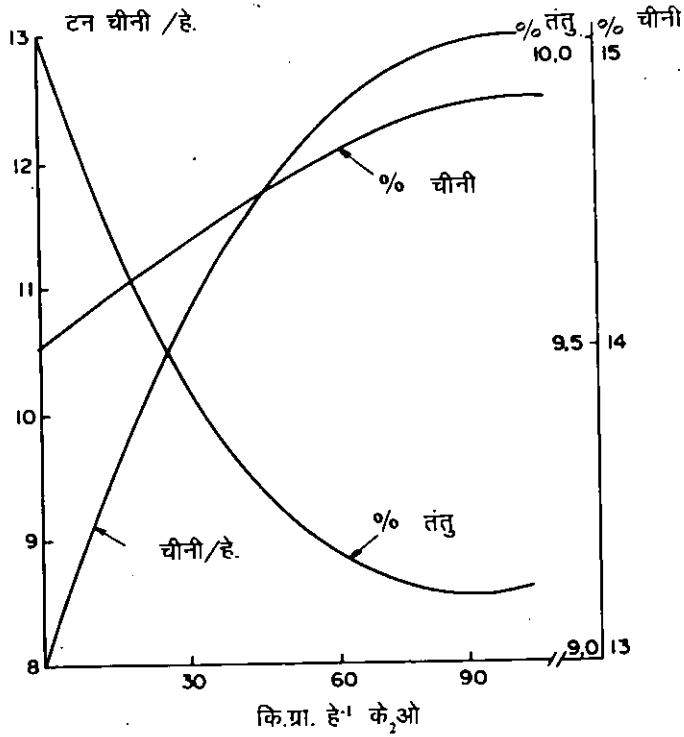
$के_2ओ$	नत्र. कि.ग्रा. हे.$^{-1}$					
कि.ग्रा.हे.$^{-1}$	0	100	200	300	400	औसत
0	17.3	16.6	16.2	15.8	15.7	16.3
100	16.9	18.3	17.3	16.3	16.4	17.0
200	17.3	17.2	17.6	17.2	17.6	17.4
300	18.1	17.4	17.7	17.7	17.1	17.6
400	17.4	17.6	17.1	17.0	17.4	17.3
औसत	17.4	17.4	17.2	16.8	16.8	17.1

मैरिन्हो इत्यादि (Marinho et al) (1975) द्वारा किये गये प्रयोगों में पोटाश का हानिकारक प्रभाव नहीं मिला। 15% परीक्षण में धनात्मक प्रभाव था। ओरलैण्डो फिल्हों (1985) के अनुसार बढ़ती हुई पोटैशियम की मात्रा का ऋणात्मक प्रभाव हो सकता है जिससे प्रत्यक्ष रूप से सुक्रोज प्रतिशत गन्ने (पोल % गन्ना) में घट तथा भस्म की मात्रा रस में बढ़ सकती है।

गन्ने के रस में बढ़े हुए भस्म की मात्रा चीनी की गुणता पर ऋणात्मक प्रभाव डालता है क्योंकि पोटास, भस्म का मुख्य भाग होता है। पोटेशियम रस के निर्मल बनाने के प्रक्रियाओं से होकर गुजरता है और अंतिम चाशनी (Syrup) के निष्कासन पर प्रभाव डालता है जिससे सुक्रोज की कुछ मात्रा तलछट घोल में रह जाती है। पोटैशियम एक मेलासीजेनिक (Mellassigenic) पदार्थ है क्योंकि पोटैशियम का एक मोल (Mol) एक सुक्रोज के मालिक्यूल को पकड़े रहता है। पोटैशियम के प्रतिकूल प्रभाव की आशंका

तभी हो सकती है जब बहुत अधिक मात्रा में इसका प्रयोग हो। कम पोटाश वाले मिट्टी में गन्ने की गुणता में सुधार की सम्भावना पोटास डालने से है जैसा कि चित्र 21 में प्रदर्शित है। (मालभोल्टा 1982)।

अन्य तत्व: विश्व के साहित्य के आधार पर सिल्वा (Silva) (1983) ने गन्ने के गुणता पर अन्य तत्वों का प्रभाव संक्षिप्त किया है। कैलसियम की पूर्ति सुक्रोज की मात्रा को बढ़ाता है तथा अत्यधिक नत्र. /पोट. अनुपात के नकारात्मक प्रभाव को कम करता है। चीनी की मात्रा घट जाती है जब मैगनिशीयम का अभाव होता है। सल्फर डालने से चीनी की उपज में वृद्धि प्रति हें., माल भोल्टा इत्यादि (1989) द्वारा पाया गया, यह दोनों अधिक पैदावार और अधिक चीनी की सांद्रता के कारण हुआ।



चित्र 21 : पोटैशियम डालने का चीनी की पैदावार और तंतु की मात्र पर प्रभाव।

7.6 वातावरण पर प्रभावः

वातावरण - हवा, पानी और मिट्टी पर संभावित हानिकारक प्रभावों को हटाते हुए गन्ना रोपण के ठीक प्रबन्ध का उद्देश्य अधिक पैदावार और आर्थिक आय है। यह विषय रोसेटो (Rosseto) (1987) और अभी हाल ही में कैब्रेरा (Cabrera) (1994) तथा ओरलैण्डो फिल्हो (1994) द्वारा चर्चित हुआ।

रीपोली इत्यादि (Ripoli *et al*) (1991) ने आंकलित किया कि 78 टन प्रति हे. मिल योग्य वृंत की पैदावार 22 टन स्थूल अवशेष छोड़ती है जिसकी उर्जा शक्ति 29 बैरल पेट्रोल या 9066 लीटर इथेनाल के बराबर होती है। कटाई से पहले, पत्ती – कूड़ा करकट जलाने का सामान्य अभ्यास, जैवस्थूल में संचित बहुत अधिक ऊर्जा का ह्रास करता है। फिर भी यह अभ्यास लगातार चालू है क्योंकि इससे कटाई बहुत प्रभावशाली एवं सस्ती पड़ती है चाहे वह हाथ से हो या मशीन से। वातावरण वैज्ञानिक यह दबाव डाल रहे हैं, सभी समृद्ध गन्ना मिलों पर विशेषकर जहां रोपड़ शहर के नजदीक है, कि वे कटाई के लिए हरा गन्ना काटने वाली मशीन का प्रयोग करें। कोई भी प्रमाण नहीं मौजूद है जो यह बता सके कि मिट्टी की भौतिक या रसायनिक गुण में क्षति कूड़ा करकट जलाने से होती है। जलाते समय जो कण निकलते हैं वे वातावरण में बाधा पैदा करने हैं, बजाय स्वास्थ्य खतरा के। सभी गन्ना क्षेत्रों से कार्बन करीब 37×106 टन प्रति वर्ष वायुमण्डल में चला जाता है जो विश्व के कुल निकले हुए कार्बन के 10% के बराबर है।

जमीन में डाले गये नत्रजन के उपयोग की दक्षता अधिक से अधिक 52.9% है जो डालने के समय पर (वेंग इत्यादि Weng et al, 1993) बावग फसल में निर्भर करता है। यह दक्षता पेड़ी में इससे अधिक हो सकती है। पीने के पानी में नाइट्रेट की मात्रा बढ़ने की आशंका जिससे स्वास्थ्य का खतरा है बहुत कम होता है। वास्तव में आजतक कोई ऐसा उदाहरण साहित्य में उद्धृत नहीं है कि जलाशय जो गन्ने के क्षेत्र में है उनका पानी नाइट्रेट से दूषित है। न तो किसी तालाब या झील के पानी की स्वादिष्टता परिवर्तन के बारे में गन्ने से निकले हुए फास्फोरस के कारण चर्चा है। मिट्टी में डाला गया फासफोरस जिसका पौधों द्वारा उपयोग नहीं हो पाता उन सब बची राशि का यौगीकरण हो जाता है, निक्षालन और जल बहाव से फासफोरस का ह्रास नगण्य होता है (सी.आई.ए., आई.एफ.ए. और आई.पी.आई.1983)।

भूक्षरण, मिट्टी की ऊपरी सतह बहा ले जाने के कारण, जमीन की उपजाऊ शक्ति को क्षीण करने के अलावा इसके साथ बहे कीटाणुनाशक दवाईयों के अवशेष से, नदी तथा झीलों में पानी को दूषित कर देता है। चूँकि गन्ने की फसल जमीन के ऊपर बहुत अच्छी छाया (आवरण) देती है और ढलान में सीढ़ियों पर उगायी जाती है इसलिए भूमि का कटाव, अन्य फसलों की तुलना में, कम संवेदनशील है। निम्न या शून्य जुताई का अभ्यास बढ़ गया है इसलिए भूक्षरण की सम्भावना कम हो रही है।

मिल योग्य गन्ने का प्रत्येक टन 100-150 कि.ग्रा. चीनी, 85 कि.ग्रा. अल्कोहल 200-250 कि.ग्रा. खोइया (Bagasse), 25-40 कि.ग्रा. फिल्टर निचोड़न खली और करीब 7

कि.ग्रा. राख (खोइया को भट्ठी -Boilers में जलाने से) पैदा करता है। जब अल्कोहल पैदा किया जाता है तो प्रत्येक लीटर से करीब 12 लीटर भट्ठी के गन्दे पानी (Distillery slops) का अवशेष/तलछट (Vinasse) पैदा होता है। ये तीन अवशेष या उपजात/उपोत्पाद (By-Products) राख, फिल्टर खाली और तलछट खेत में फिर आवर्तित (पंहुच जाता) हो जाते है। इस कारण प्रदूषण के बजाय, उपोत्पाद मिट्टी की भौतिक, रसायनिक एवं जैविक दशा सुधारने में मदद करते हैं।

7.7 क्या यह लाभकर है?

चूने का प्रयोग : जब लगातार गन्ना उगाया जाता है और अम्लता में सुधार नहीं आती तो पैदावार घटने लगती है। चूने का प्रयोग काफी हद तक पैदावार में वृद्धि ला सकता है जैसाकि दिखाया गया है तालिका 38 में जो उट्के इत्यादि (Wutke *et al*) (1960 और उट्के और एलमारेज (Wutke & Alvarez) (1968) के आंकड़ों से तैयार किया गया है।

पहले अवधि में 5 टन प्रति हे. डोलोमाइट चूने के पत्थर डाले गये। दूसरे अवधि में उसके अवशेष का प्रभाव प्रदर्शित हुआ और तीसरे अवधि में फिर 3 टन चूने का पत्थर डाला गया।

तालिका 38 : चूने के प्रयोग का गन्ने की पैदावार (टन./हे.) पर प्रभाव

अभिक्रिया	प्रथम अवधि 1954-56	द्वितीय अवधि 1956-58	तृतीय अवधि बावग	1958-61 पेड़ी
नियंत्रण	52	31	36	26
नत्र. फास.पोट.	79	69	84	64
नत्र. फास.पोट.+चूना	88	94	128	73

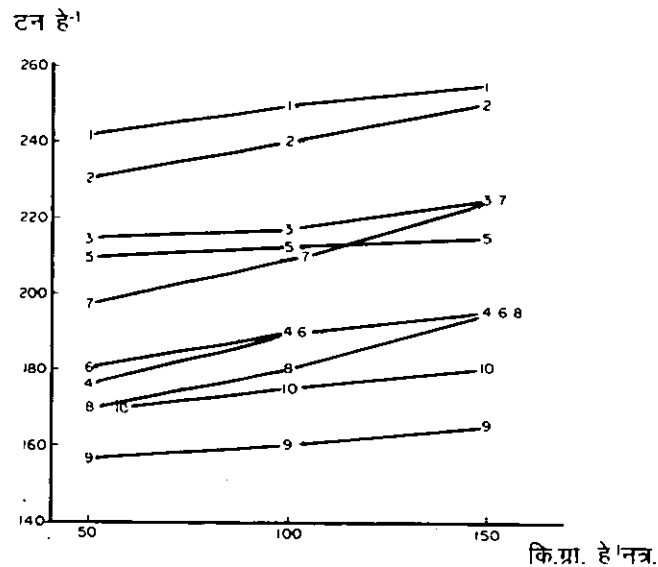
मिट्टी की दशा पर अभिक्रियाओं का प्रभाव तालिका 39 में देखा जा सकता है। दक्षिणी अफ्रीका में वुड (Wood) (1993) के अनुसार स्पष्ट प्रभाव गन्ने की पैदावार में मिडलैंड मिट्टी पर पाया गया, बिना गन्ने की गुणता पर अधिकतर परिस्थितियों में सार्थक प्रभाव डाले। फिर भी एक परीक्षण में पाया गया कि चूना गन्ने में सुक्रोज की मात्रा घटा देता है और यह घटाव पत्ती में नत्रजन के बढ़ोत्तरी के साथ-साथ पाया जाता है। यह संभव है कि चूना देने से मिट्टी के जैविक पदार्थों का मिनरलाइजेशन में वृद्धि के कारण अधिक नत्रजन निकलता है। इसलिए नत्रजन की दर घट सकती है। ब्राजील में चूना देने के कारण पैदावार में वृद्धि की कोई सम्भावना नहीं है जब मिट्टी में 2.2 मीली इक्वीभेलेण्ट कैल. + मैग. प्रति 100 मि.ली. से अधिक हो। पुइर्टोरिको में चूने का प्रभाव नहीं मिला जहां मिट्टी की पी.एच. 5.5 से उपर था (सामुएल्स और कैपों 1956)। कैलसियम और मैगनीशियम उर्वरक के प्रयोग की संस्तुति दक्षिणी अफ्रीका में मिट्टी के प्रभाव सीमा राशि (Threshold values) 150 पी.पी.एम.कैल.. और 25 पीपीएम

मैगनीशियम (0.75 और 0.20 मिली इक्वीभैलेण्ट क्रमशः) के आधार पर की गयी है। इन राशियों की तुलना तालिका 39 के आंकड़ों से कीजिए।

तालिका 39 : मृदा विश्लेषण का परिणाम बावग फसल कटने के बाद

अवधि	नत्र.फास.पोट.	नत्र.फास.पोट.+चूना
प्रथम		
पी.एच.	4.7	5.8
कैल्सियम (सी.मोल./कि.ग्रा.)	0.33	—
मैगनीशियम (" ")	0.02	—
द्वितीय		
पी.एच.	4.5	5.9
कैलसियम (सी. मोल/कि.ग्रा.)	0.26	2.66
मैगनीशियम (" ")	0.12	1.59

जिप्सम: जिप्सम (कैलसियम सल्फेट $CaSO_4 2H_2O$) फसल पैदावार में बहुत से कार्य करता है, जैसे सल्फ. और कैल. का साधन; अल्युमीनियम विषैलापन और अंतः मृदा की अम्लता का सुधारक; ऊसर भूमि (Sodic Soil) का सुधारक; बिना ऊसर वाली बिखरी मिट्टी, अंतः मृदा में कठोरपरत (hardpans) और सूखने पर अति कठोर मृतिका मिट्टी (Hardsetting clay soils) का सुधारक।



चित्र 22 : प्रजाति सी.पी. 57-603 की पैदावारः मोलिसोल, इन्जिनिओ मैनुइलीटा, कउका नदी घाटी कोलम्बिया में, 10 निरंतर कटाई में (क्वीन्टेरो 1994)।

दो ताजा समीक्षा विस्तृत जानकारी के लिए पढ़ा जाना चाहिए – शैनवर्ग इत्यादि (Shainberg et al) (1989) और अल्कोर्डो तथा रीसीगल (Alcordo &Recheigl 1993)। मोरेली इत्यादि (Morelli *et al*) (1992) के द्वारा परीक्षण मध्यम संरचना वाली मिट्टी लाटोसोल पर करने का ध्येय चूना पत्थर और जीप्सम का प्रभाव पैदावार और मिट्टी के रासायनिक गुणों पर जाँचना था। वे बताए कि अभिक्रिया से पहले प्रश्नगत मिट्टी में अल्यूमिनियम संतृप्ति 75% और कैलसियम संतृप्ति का प्रभावशाली धनायन विनियम क्षमता कम से कम 14% था। क्षारक संतृप्ति लगातार बढ़ती गयी डाले गये चूने की दर (0, 2, 4 और 6 टन/हे.) के साथ मिट्टी की केवल 25 से.मी. गहराई तक। फिर भी जिप्सम, क्षारक संतृप्ति बढ़ाया, गहराई और नमूना लेने के समय का ध्यान दिये बिना, किन्तु मैगनीशियम का निक्षालन 50 से.मी. से नीचे उत्प्रेरित किया। जिससे पूरे मिट्टी की तह (0-125 से.मी.) में कैलशियम और मैगनिशीयम का उचित वितरण हो गया। क्षारक संतृप्ति में वृद्धि तथा विनिमयी अल्यूमीनियम में कमी, पैदावार में बहुत अधिक की वृद्धि देता है (तालिका 40)। उच्चतम उपज में वृद्धि (4 कटाई का जोड : 77 टन मिल योग्य वृंत) और किफायती आय 4 टन लाइम और 2 टन जिप्सम देने से मिला।

तालिका 40 : गन्ने की पैदावार पर चूना पत्थर और फास्फो–जिप्सम का प्रभाव औसत एक बावग और तीन पेड़ी का (टन हे.$^{-1}$)

चूना पत्थर (टन/हे.)	जिप्सम (टन/हे.)			
	0	2	4	6
0	99	106	111	111
2	110	113	117	114
4	112	121	117	118
6	110	117	113	118

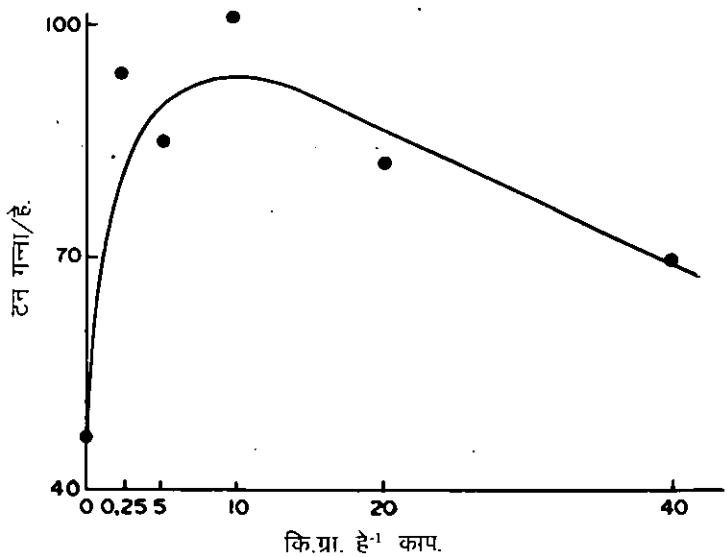
नत्रजन : ओरलैण्डो फिल्हो (1944) के अनुसार ब्राजीलियन हालत के अन्तर्गत बावग फसल में नत्रजन के प्रयोग का प्रभाव बहुत कम दिखता है पेड़ी के तुलना में। प्रभाव तीन दशाओं में दिखायी देते हैं : जब पहले किसी स्थान पर रोपण किया गया; जब कम से कम जुताई गुड़ाई हुई हो; इयूट्राफिक मिट्टी में।

जैसा कि चित्र 22 में प्रदर्शित है, बहरहाल, कोलम्बियन हालत में नत्रजन का प्रभाव पहली से दसवीं फसल तक होता है। नत्रजन के प्रभाव की अनुपस्थिति बावग फसल में होती है ऐसा सभवतः पौधों को नत्रजन की अधिक मात्रा में उपलब्धता, जो दोनो जैव पदार्थ और फसल अवशेष के खनिज मोचन एवं परिवर्तन के कारण होता है। यह प्रक्रिया उन क्रियाओं से बढ़ती है जो मिट्टी में हवा विनिमय बढ़ा देती है। दूसरी तरफ यह दिखाया गया है कि (मालभोल्टा 1991, अप्रकाशित) पोडजोलिक मिट्टी में बावग फसल में दिये गये नत्रजन का प्रभाव पहली पेड़ी में दिखता है : यह इसलिए होता है क्योंकि नत्रजन का कुछ भाग जड़ों में संचित हो जाता है (त्रिभेलिन इत्यादि Trivelin et al,

1988) और दूसरी फसल (यानि पेड़ी) के वृद्धि में काम आता है। इसके अलावा यह पेड़ी अपनी वृद्धि में बाहर से डाले गये नत्रजन का भी प्रयोग करती है। वास्तविक अध्ययन दक्षिणी अफ्रीका के गन्ना के मिट्टी पर करने से यह पता लगा है कि नत्रजन का खनिज मोचन और परिवर्तन 44–143 कि.ग्रा. प्रति हे. होता है (गेउस 1973)।

फासफोरस : नेल्सन (Nelson) (1980) के अनुसार विश्व में औसतन 9 ± 1 कि.ग्रा. चीनी प्रति कि.ग्रा. $पी_2ओ_5$ के देने से पैदा होती है, यह राशि विभिन्न देशों में फासफोरस का प्रतिवेदन देने वाली मिट्टी में औसतन 85 कि.ग्रा. $पी_2ओ_5$ $हे^{-1}$ देने से प्राप्त हुई है। अन्य फसलों के जैसे प्रतिवेदन, मिट्टी के अनुसार भिन्न होता है तथा वह घटता है जैसे जैसे उर्वरक की मात्रा बढ़ती है। पेड़ी के तुलना में प्रतिवेदन बावग फसल में अधिक होता है। तालिका 41 प्रदर्शित करती है फासफोरस का प्रभाव, जो 392 प्रयोगों को ब्राजील में करने पर मिला (मालवोल्टा 1980)। यह देखा जा सकता है कि फासफोरस का प्रभाव 4 (अव्यंजक) से 89 टन प्रति हे. होता है जिसकी बारंबारता (Frequency) बावग फसल में अधिक होती है। दोनों बावग और पेड़ी फसल को ध्यान में रखकर यह देखा गया कि पोटाश का प्रभाव फासफोरस के प्रभाव से थोड़ा अधिक होता है।

सल्फर : मालवोल्टा इत्यादि (1989) ने पांच परीक्षण किये जिसमें औसत 4 कटाई (1 बावग + 3 पेड़ी) की गयी। मिट्टी और प्रजाति का ध्यान दिये बिना, 30 कि.ग्रा. सल्फ.



चित्र 23 : उत्तरी पूर्वी ब्राजील में कापर का प्रयोग बावग फसल में।

प्रति हे. बावग फसल में उच्चतम् चीनी की पैदावार पहुंचा देती है। पेड़ी के लिए 15 कि.ग्रा. प्रति हे. सल्फर काफी है। यह पाया गया कि बावग फसल में सल्फर की दर $पी_2ओ_5$ के 1/5 वें दर के अनुरूप था तथा पेड़ी में 15 कि.ग्रा. दिया गया सल्फर 1/5 नत्रजन की दर के बराबर था। सामान्य नियम के अनुसार 1 कि.ग्रा. सल्फर जब बावग या पेड़ी फसल में डाला जाता है तो उससे 100 कि.ग्रा. चीनी पैदा होती है।

ऊपरी सतह की मिट्टी में उपलब्ध सल्फर (सल्फेट सल्फर) और गन्ने के उत्पादन के बीच अच्छा सम्बन्ध पाया गया। सल्फर का प्रभाव पाया गया जब सल्फेट–सल्फर की मात्रा मिट्टी की ऊपरी सतह में 5 पी.पी.एम. से कम थी। दक्षिणी अफ्रीका में वुड (1993) ने पाया कि मिट्टी जिसमें 15 पी.पी.एम. से कम सल्फेट–सल्फर है, उसमें औसत गन्ने की बढ़ोत्तरी 7 टन प्रति हे. पायी गयी, जब 20–25 कि.ग्रा. प्रति हे. सल्फर डाला गया।

तालिका 41 : ब्राजील में पाये गये प्रयोगात्मक परिणाम

प्रयोग	बावग	पेड़ी	योग
कुल संख्या	268	124	392
नत्रजन			
प्रतिवेदन	170	71	241
% कुल का	63	57	61
प्रभाव (+टन/हे.)	6–35	5–36	–
फासफोरस			
प्रतिवेदन	202	73	275
% कुल का	75	59	70
प्रभाव (+टन/हे.)	4–86	8–89	–
पोटैशियम			
प्रतिवेदन	206	86	292
% कुल का	77	69	74
प्रभाव (+टन/हे.)	1–38	3–31	–

सूक्ष्म पोषक तत्व : सामुएल और कैपो (1956) ने व्याख्या की कि पुइर्टोरीको में सूक्ष्म तत्वों के डालने से उनके प्रतिवेदन में कमी का कारण वृहद जड़ निकाय है, जो पूरे मिट्टी में फैल कर तत्वों को टटोल कर उनकी पूर्ति करती है, जिसकी जरूरत है। फिर भी विश्व के अन्य हिस्सों में सूक्ष्म तत्वों का लाभदायक प्रभाव पाया गया है।

अर्जेन्टिना : मोगिल्नर इत्यादि (Mogilner *et al)* (1960) ने बताया कि दो छिड़काव कापर सल्फेट और जिंक सल्फेट, जिनकी सांद्रता 0.005% हो, पहला किल्ले निकलते समय तथा दूसरा कटाई के एक महीने पहले करें तो चीनी की बढ़ोत्तरी के संदर्भ में संतोषजनक परिणाम मिलते हैं।

आस्ट्रेलिया : क्वीन्सलैण्ड में जिंक की कमी का पता लगा है। मिट्टी जिंक का निष्कासन 0.1 एम. हाइड्रोक्लोरिक एसिड से करने से, जो व्यापारिक प्रयोगशालाओं के लिए उपयुक्त पाया गया है, जिंक की कमी की पुष्टि हुई (Annon एनान 1990)।

बोलीविया : उन मिट्टी में जिनकी पी.एच 6.8–7.4 के बीच है, कोचेन (Cochrane) (1979) ने मैंग की कमी ठीक कर दी, धन्य है वह अम्ल बनाने वाला अमोनियम सल्फेट, जो पी.एच. घटाकर उपलब्धता बढ़ा देता है। इसी तरह का परिणाम मिला जब उर्वरक द्वारा 8 कि.ग्रा. मैंग को सल्फेट के रूप में दिया गया, पत्ती + 1 का मैंग 23 पी.पी. एम. से बढ़कर 43 पी.पी.एम. हो गया।

उसी मिट्टी में जिंक के अभाव को ठीक किया गया 6 कि.ग्रा. तत्व डालकर सल्फेट के रूप में , ऐसा करने से पत्ती का जिंक 12 पी.पी.एम. तक बढ़ गया। मजेदार बात यह है कि जिंक डालने से मैंग की मात्रा बढ़ गयी।

ब्राजील : तालिका 42 प्रदर्शित करती है कि पोड्जोलिक मिट्टी में बोरोन, ताबां (कापर) लोहा (आइरन) और मालिब्डिनम डालने से पैदावार बढ़ गयी किन्तु लोटोसोल पर कोई प्रभाव नहीं पड़ा, बहुत वर्षों तक (अल्हरेज और बुट्के1963)।

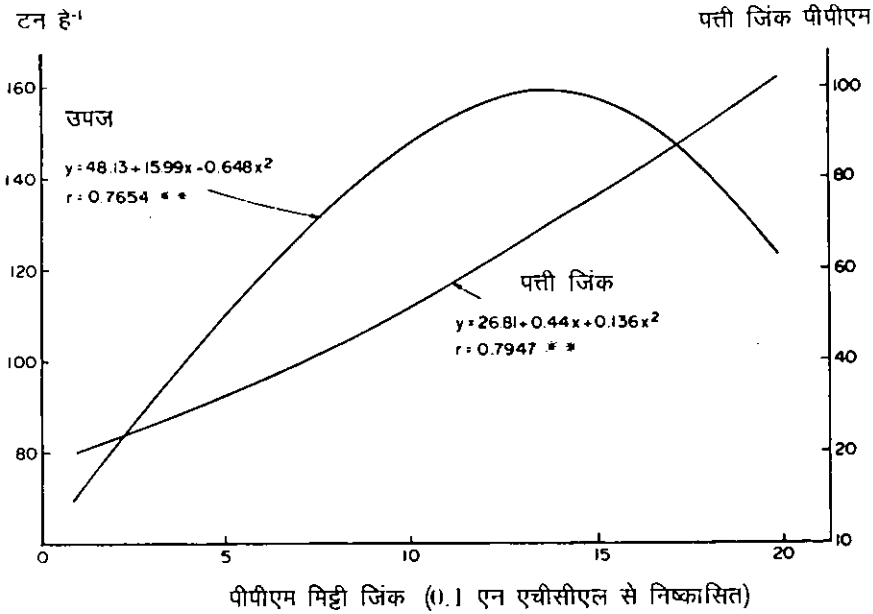
तालिका 42 : सूक्ष्म तत्वों का गन्ना प्रजाति सीओ 419 के उपज पर प्रभाव

अभिक्रिया	पैदावार टन हे.$^{-1}$	
	मिट्टी: पोडजोलिक	लैटोसोल (1)
नत्र.फास.पोट.	124	109
+ बो.	146	111
+ काप.	132	107
+ आई.	136	111
+ मैंग	127	110
+ मालि.	136	115
+ जिंक	128	110

(1) औसत दो प्रयोगों का

चित्र 23 तैयार किया गया मेरिन्हों और अल्बूक्यूरक्वे (Marinho and Albuquerque (1981) के आंकड़े से। उत्तरी पूर्वी क्षेत्र में कापर का उत्कृष्ट प्रभाव प्रदर्शित होता है। पांच कि.ग्रा. की दर से कापर (कापर सल्फेट के रूप में) रोपड़ नाली में डालने पर पहली पेड़ी के वृंत की उपज 19 टन/हे. बढ़ाने में सक्षम था। उपलब्ध कापर मिट्टी से निष्कासित किया गया मेहलिच 1 (Mehlich 1) (0.05 एन. एचसीएल + 0.025 एन. एच$_2$एसओ$_4$) निष्कासन घोल द्वारा तो इसकी मात्रा 0.25 पी.

पी.एम. मिली। पाँच कि.ग्रा. प्रति हे. कापर डालने पर यह स्तर बढ़कर 0.63 पी.पी.एम. हो गया। बहुत अधिक लाभकारी कापर की दर 7 कि.ग्रा. प्रति हे. पाया गया।



चित्र 24 : गन्ना पैदावार और पत्ती जिंक (पीपीएम) का संबंध मिट्टी जिंक की मात्रा पर पतझड़ में रोपड़ किये गये गन्ने की कटाई के बाद।

जिंक का प्रतिवेदन पाया गया जब मिट्टी में इसका स्तर 0.5 पी.पी.एम. से कम था। एक परीक्षण में 10 कि.ग्रा. प्रति हे. जिंक (सल्फेट के रूप में) रोपण कूंड में डाला गया, जिसे पैदावार में वृद्धि 9, 8 और 20 टन प्रति हे.$^{-1}$ क्रमशः बावग फसल, प्रथम पेड़ी और द्वितीय पेड़ी में मिली। बहुत अधिक लाभदायक दर 7 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ जिंक पाया गया। 10 कि.ग्रा. प्रति हे.$^{-1}$ जिंक डालने पर उपलब्ध (मेहलिच) जिंक मिट्टी में 0.45 पी.पी. एम से बढ़कर 3.0 पी.पी.एम. हो गया। कापर के परीक्षण में मिट्टी के नमूना विश्लेषण के लिए तीन मध्य वाली लाइनों के बीच (3 उप नमूना) केन्द्रीय रोपण पंक्ति से 20 से. मी. की गहराई से लिया गया। मैंग का प्रभाव (5.0 कि.ग्रा. प्रति हे. सल्फेट के रूप में नाली में नत्र. फास. पोट. मिश्रण के साथ + 2% मैगनीज सल्फेट का छिड़काव 90-120 दिन रोपड़ के बाद) अजरेडो और बोलसानेलो (Azeredo and Bolsanello) (1981) द्वारा दोनों मध्य पश्चिमी और दक्षिणी पूर्वी भाग में पाया गया : बावग फसल

की पैदावार क्रमशः 28 टन/हे.$^{-1}$ और 20 टन/हे.$^{-1}$ बढ़ गयी। पैदावार में एक सार्थक वृद्धि करीब 10 टन हे$^{-1}$ पाया गया, जब बलुई मृत्तिका आक्सीसील में10 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ जिंक (सल्फेट के रूप में) रोपण से पूर्व दिया गया। मिट्टी का जिंक 0.29 पी.पी.एम. से बढ़कर 3.5 पी.पी.एम. हो गया जबकि पत्ती का जिंक 11 पी.पी.एम. से बढ़कर 44 पी.पी.एम. हो गया (पत्ती + 3 का नमूना, अंकुरण के तीन महीने बाद)। प्रतिवेदन वक्र वाई = 118. 01 + 1.77 एक्स - 0.07 एक्स^2 जिसमें वाई = टन गन्ना हे.$^{-1}$ और एक्स = कि.ग्रा./हे. जिंक। बहुत लाभकारी जिंक की दर 11 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ का गणना की गयी, व्युत्पन्न (Derivative) डी एक्स/डी वाई = 1.77-0.14 एक्स को कि.ग्रा. जिंक का दाम और टन गन्ना के दाम के अनुपात के बराबर बनाकर के (कैम्ब्राइया इत्यादि 1989)। नियमत : ब्राजील, जिंक अभाव वाला जाना माना क्षेत्र है और पांच कि.ग्रा. तत्व प्रति हे.$^{-1}$ डालना चाहिए रोपण के समय।

भारत : चूने से उत्प्रेरित पर्णहरिम हीनता का सुधार 2% फेरस सल्फेट का पत्ती पर दो बार छिड़काव 15 दिन के अन्तर पर करने से हुआ। दूसरे प्रयोग में पत्ती पर 0.5% फेरस सल्फेट या आयरन चीलेट (1कि.ग्रा. हे$^{-1}$) का छिड़काव करने पर पत्ती का हरापन, पर्णहरिमहीन पत्तियों में 15 दिन के अन्दर फिर से बहाल कर दिया। सल्फीटेशन प्रेस मड चीनी मिल का एक उपजात है जब 5 टन/हे.$^{-1}$ दिया गया तो 58% अधिक उपज हुई, नियंत्रण खेत के तुलना में जो पर्णहरिम हीनता से प्रभावित थे (यादव और सिंह 1988)। द्विवेदी और सिंह, (1991) ने चीनी तथा गन्ने की पैदावार में सार्थक वृद्धि 25 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ जिंक सल्फेट देने से पाये। कापर का अत्यधिक अभाव एवं विषैलापन पर्णहरिम, न्यूक्लिक अम्ल, चीनी और एस्कार्बिक एसिड आक्सीडेज, पालीफिनाल आक्सीडेज और साइटोक्रोम आक्सीडेज की सक्रियता घटा दिया। कापर की कमी का प्रभाव सीमा (थ्रीशोल्ड) एसकार्बिक एसिड और साइटोक्रोम आक्सीडेज के प्रक्रिया से प्रदर्शित किया जा सकता है। अभाव, प्रभावसीमा अभाव एवं विषैला राशि नयी पत्तियों में रोपण के 9 महीने बाद क्रमशः 4,8 और 19 पी.पी.एम कापर सूखे पदार्थ में पाया गया (अग्रवाल इत्यादि 1993)। द्विवेदी और सिंह (1991) ने 8, 10 और 12 पी.पी.एम. जिंक बहुत कमी, कमी और स्वस्थ पौधों में क्रमशः पाया। छिपी भूख की अवस्था जिंक देने पर पौधे में स्पष्ट हो गयी, क्योंकि स्वस्थ पौधों में भी 0.5% जिंक सल्फेट के छिड़काव से चीनी तथा गन्ने में सार्थक वृद्धि मिली। (द्विवेदी और सिंह 1991)।

पाकिस्तान : सलीम इत्यादि (Saleem *et al)* (1992) के अनुसार पत्तियों पर जिंक, मैंगनीज और बोरोन का छिड़काव साथ ही साथ अन्य प द्धतियां (गरम पानी से उपचारित रोपण बीज, फंजीसाइड, नत्र. फास. पोट. का प्रयोग) आवश्यक है गन्ना की उच्चतम उपज पाने के लिए।

ताइवान : जुन्ग इत्यादि (Juang *et al*, 1978) ने अनेक प्रयोग जिंक के विभिन्न दर 25-50 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ सल्फेट के रूप में लेकर किये। सीमान्त लाभकारी ऊपज की गणना के आधार पर 25 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ जिंक लाभप्रद दर पाया गया जो अधिक से अधिक 23 टन

हे.$^{-1}$ गन्ने की उपज बढ़ाया। चित्र 24 प्रदर्शित करता है कि अधिकतम् पैदावार तब मिली जब मिट्टी का जिंक (निष्कासित किया गया 0.1 एन. एच.सी.एल से) करीब 12 पी.पी. एम. और पत्ती का 60 पी.पी.एम. था।

अमेरिका : एन्डर्सन (Anderson, 1978) ने बताया कि फ्लोरिडा के एभरग्लैड्स (सामान्यतः जैव मिट्टी) में लोहे की कमी का लक्षण गन्ने के प्रारम्भिक वृद्धि में दिखायी पड़ती है। 3–4 महीने बाद हरा रंग फिर से आ जाता है। कुछ भी हो, किल्ले निकलने और अंतिम उपज में सार्थक हास होता है। बोरोन, कापर और जिंक की कमियां दिखायी देती हैं। इनको रोका जाता है रोपड़ कूँडों में 1 कि.ग्रा. बो, 2 कि.ग्रा. काप. या 2 कि. ग्रा. प्रति हे. जिंक देने से। सिलिकान की कमी उन मिट्टियों में पायी गयी है जिसमें धुलनशील सीलीका 100 पी.पी.एम. से कम हो (सिलिका निष्कासित किया गया 0.5 एम. अमोनियम एसिटेट से पी. ए. 4.85 पर)।

कैल्सियम सीलीकेट धातुमल/लावा (स्लैग) का प्रयोग होता है, नियंत्रण के लिए। हवाई में पिछली शताब्दी से ही, मिट्टी के सिलीका से अधिक दिलचस्पी रही है और यह विश्वास किया गया है कि, सिलिका फासफोरस स्वांगीकरण (Assimilation) का एक कारक था। क्लीमेन्ट 1965 ने बताया कि मैंग/एसआईओ$_2$ (Mn/SiO_2) और बो/एसआईओ$_2$ (B/SiO_2) अनुपात का पौधों में कमी सम्बन्धित है सिलिका के प्रयोग से जो फ्रेक्लिंग बीमारी (Frecking disease) को सुधारने का साधन है। फाक्स इत्यादि (Fox *et al*) (19678) ने पाया कि कैल्सियम सीलीकेट धातु मल/लावा 4.5 टन प्रति हे.$^{-1}$ की दर से जब डाला गया तो चीनी की पैदावार में 1.2 टन प्रति हे.$^{-1}$ की बढ़ोत्तरी हुई उन खेतो में जिनमें दोनों मिट्टी में घुलनशील (फासफेट निष्कासन योग्य) और पत्ती में सिलिका (निष्कासित किया गया ट्राईक्लोरो एसिटिक एसिड से) करीब 20 पी. पी.एम. पाये गये। डेरेन इत्यादि (Deren *et al*) (1993) ने सिल. संचय की विभिन्नता, प्रजातियों में पाये और उनका प्रयोग अधिक लाभप्रद बताया क्योंकि सिलिकान उर्वरक अधिक मंहगी है।

7.8 अतिलाभकारी नत्र. पी$_2$ओ$_5$ और के$_2$ओ की दरें

गन्ना किसानों का मुख्य ध्येय अधिकतम भौतिक ऊपज यानि सबसे अधिक (टनेज) मिल योग्य गन्ने का और चीनी प्रति हे. का नहीं होता है, बल्कि अतिलाभकारी उपज (Maximum economic yield-MEY) का होता है। यह वास्तव में दोनों उर्वरक की कीमत तथा गन्ना और उसमें चीनी की मात्र के मुल्य पर आधारित है। इसलिए जितनी कम कीमत होगी और उर्वर का दाम जितना अधिक होगा उतना ही उर्वरक कम दर (मात्रा) में प्रयोग किये जायेगें, उच्चतम फायदे के लिए। उदाहरण के लिए, तालिका 43, 44 और 45 नत्र, पी$_2$ ओ$_5$और के$_2$ओ की दर प्रदर्शित करती है जो ब्राजील में दोनों मिट्टी विश्लेषण (फास. और पोट. के लिए) और कीमत अनुपात एक टन गन्ना (पी.) और 1 कि.ग्रा. तत्व (सी) के मुल्य के बीच,यानी पी/सी अनुपात (औरलैण्डों इत्यादि, 1981 और मैरिन्हों और अल्बूक्वेर्क्वे, 1978)।

8. जैव या कार्बनिक उर्वरण

गन्ने की फसल प्रचुर मात्रा में कार्बनिक अवशेष – जड़ें, पत्ती, कूड़ा करकट मिट्टी में छोड़ती है इस सत्यता के बावजूद, कि परिपक्व फसल में आग लगायी जाती है जिससे

तालिका 43 : पेड़ी मे उर्वरक का संस्तुतिकरण नत्रजन के लिए जो पी/सी अनुपात से सम्बन्धित है

पी/सी	कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ नत्रजन
13	128
15	141
17	151
19	162
21	171

तालिका 44 : बावग फसल में पोटैशियम उर्वरक का संस्तुतिकरण, पी/सी अनुपात और मिट्टी परीक्षण आंकड़ों के आधार पर

पी/सी अनुपात	*मिट्टी परीक्षण (सी मोल ली$^{-1}$ पोट.) <0.12	0.12-0.23	कि.ग्रा. 0.24-0.40	हे.$^{-1}$ 0.41-0.8	के$_2$ओ >0.8
30	160	140	100	70	50.0
40	170	150	110	80	50.0
50	118	160	120	90	50.0

* निष्कासित किया गया 0.5 एन एच$_2$एसओ$_4$ द्वारा

तालिका 45 : उर्वरक का संस्तुतिकरण बावग फसल के लिए फासफोरस के साथ जो पी/सी अनुपात एवं मिट्टी परीक्षण आंकड़े से सम्बन्धित है।

मिट्टी परीक्षण			कि.ग्रा./हे. पी$_2$ओ$_5$		
(पीपीएम)*	अनुपात पी/सी : 8	14	20	26	32
>5	120	150	170	180	190
6-9	50	80	100	120	140
10-16	10	40	60	80	100
17-34	–	10	30	50	70
>34	–	–	10	30	40

* निष्कासित किया गया मेहलिच 1 द्वारा

कटाई आसान हो जाती है। इसलिए यह थोड़ा बहुत कार्बनिक पदार्थ मिट्टी में बढ़ा देती है। फिर भी कार्बनिक उर्वरक का बहुतैरा प्रयोग होत है मिट्टी की भौतिक दशा सुधारने के लिए: जैसे ठोसपन एक सामान्य समस्या है जो अत्यधिक यांत्रीकरण के कारण होती है और उर्वरकता बढ़ाये रखने के लिए। जैव उर्वरक जो आमतौर पर प्रयोग की जाती है वह हरी खाद और दो अवशिष्ट उत्पाद : फिल्टर निचोड़न या कीचड़ खली और शराब कारखाने का धोवन (Distillery slops) या चीनी कारखानों (चुकंदर) का अवशेष (Vinasse)। बाद वाला वातावरण खतरा (प्रदूषण) के बजाय, सुप्रबंधित गन्ना रोपण में एक लाभदायक लागत हो जाता है।

8.1 हरी खादें

हरी खाद के प्रक्रिया में ताजा पौधा पैदा करके उसे मिट्टी में दबा दिया जाता है, जैव पदार्थ और पोषण तत्वों के डालने के उद्देश्य से जिसका कुछ हिस्सा ह्यूमिक पदार्थ में परिवर्तित हो जाता है। पीमेन्टेल गोम्स और कार्डोसो (Pimentel Gomes & Cardoso) (1958) के अनुसार हरी खाद के प्रयोग होने वाले पौधे के मुख्य निम्न वांछनीय गुण हैं।

(1) वे लेगुमिनोसी कुल (*Leguminosae* family) के होने चाहिए जिससे कि वायुमंडल के नत्रजन का यौगिकरण सहजीवी (Symbiotic) जीवाणु के सहचर्य के माध्यम से हो सके। (2) वृद्धि बहुत तेज होनी चाहिए घास–पात की तुलना में जिससे कि वह उन्हें दबा सके। (3) शुष्क पदार्थ की पैदावार अधिक होनी चाहिए, निम्न सी/एन अनुपात (C/N Ratio) के साथ, ताकि आसानी से सड़ सके मिट्टी में दब जाने के बाद। (4) जड़ निकाय अत्यधिक और गहरा होना चाहिए ताकि अंतः मिट्टी में जैवीकरण बढ़ सके और पोषक तत्वों का संवहन उन तहों से हो सके जो गन्ना की जड़ों से अच्छी तरह स्पर्श नहीं हो पातीं। तालिका 46 में कुछ हरी खाद – पौधों के ताजा पदार्थों की पैदावार प्रदर्शित है। यह सलाह है कि हरी खादं वाला पौधा पहली(विगत) फसल के प्रयोग किंये गये घास नाशक रसायन से प्रतिरोधी होना चाहिए।

हरी खाद का प्रयोग गन्ना में एक वर्ष या एक चक्र के अन्दर किया जा सकता है, गन्ने के खेत को बिना खाली रखे। ब्राजील में सनई *(Crotalaia juncea)* की जो एक बहुत वृद्धि वाला शिम्ब है फसल काटने के बाद ठूठी को समाप्त करके वर्षा ऋतु के शुरूआत में आम रूप से बोया जाता है। बीज निवेशित (Inoculated) होना चाहिए और कमजोर मिट्टी में चूना और फासफोरस देना चाहिए। दो पंक्तियों के बीच की दूरी 120 से.मी. होती है और 25–50 कि.ग्रा. बीज प्रति हेक्टेयर बोते हैं। बहुत बड़े रोपण में बीज को वायुयान से बोते हैं। जब पौधों में फूल आना शुरू हो जाता है तो उसे जोत देते हैं। करीब दो सप्ताह के बाद जमीन रोपड़ के लिए तैयार हो जाती है। (सोउजा Souza, 1953; कोर्डोसो Cardoso, 1956; मालवोल्टा इत्यादि, 1959)। सोयाबीन और मूंगफली जो रोकड फसल है, हरी खाद के लिए बोयी जा सकती है। फलियों की कटाई के बाद, पूरा अवशेष मिट्टी में दबा देते हैं।

जैसा कि तालिका 48 में दिखाया गया है, बहुत अधिक मात्रा में तत्व ऊपरी मिट्टी के सतह में आ जाते हैं, तब हरी खाद पलट दी जाती है। यह वास्तव में प्रदर्शित नहीं करता शुद्ध (Net) उर्वरक डालना (कुछ हद तक नत्रजन को छोड़कर), बल्कि तत्वों का आवर्तन (चक्रीकरण) मिट्टी के दूसरे तहों से करता है।

तालिका 46 : ताजा पदार्थों का उत्पादन कुछ हरी खाद – फसलों द्वारा

हरी खाद – फसल	टन/हे.
क्रोटैलेरिया जन्सिया (सनई)	28-54
सी. स्पेक्टेबिलिस	16
लुपीनस स्पी.	6
सी. पाउलिना	37-42
सी. ग्रान्टियाना	22
डालिकस लव–लव (फिल्डबीन)	10-40
स्टीजोलाबियम डयूरीगामम	17-35
एस.एटेरीमम	16-43
टेफ्रोसिया कैन्डीडा	20
कैजेनस कैजान (अरहर)	15-35
कैनाभालिया इन्सीफोर्मिस	23-33
ग्लाइसिन मैक्स (सोयबीन)	15-19
भीग्ना सिनेन्सिस (काउपी जाति)	18
सेसबेनिया इजिप्टिया (ढैचा जाति)	24
सेसबेनिया एकुलियाटा	5

तालिका 47 : क्रोटेलेरिया जन्सिया का प्रभाव गन्ने के पैदावार पर उस मिट्टी में दिखाती है, जो वर्षों से अपर्याप्त प्रबन्ध में रही है, विशेषकर चूना और उर्वरक की कमी में।

तालिका 47 : गन्ने के पैदावार का प्रतिवेदन खनिज उर्वरक, चूना तथा हरी खाद से

अभिक्रिया	गन्ना उपज टन हे.-1			
	प्रथम*	द्वितीय*	तृतीय*	औसत
नियंत्रण	52	31	30	38
नत्र.पोट.फास. + क्रोटैलेरिया	88	75	67	77
नत्र.पोट.फास.+क्रोटैलेरिया+चूना	86	100	90	92
नत्र.फास.पोट.	80	69	67	71
नत्र.फास.पोट. + चूना	88	95	97	93

* पहला – तीसरा कटाई

8.2 फिल्टर निचोड़न खली या फिल्टर कीचड़ (प्रेसमड)

फिल्टन निचोड़न या फिल्टर कीचड़ या निचोड़न खली, रस साफ करने के प्रक्रिया का उपजात है जिसमें वृंत के पूरे फासफोरस का करीब 1/3 वां हिस्सा रहता है (हालीडे Halliday, 1956)। अधिक विस्तृत विश्लेषण तालिका 49 में दिया गया है। अन्य वृहत तत्वों की तुलना में इसमें पोटाश कम होता है। चूंकि यह विशाल उत्पाद है जिसमें अधिक पानी की मात्रा रहती है, इसलिए इसका प्रयोग सूगर मिल की जमीनों या बहुत नजदीक के क्षेत्रों में करते हैं।

पदार्थ जिसमें पहले से ही खमीर उठ चुका है (सड़ चुका है) विभिन्न रूप में प्रयोग आते हैं।

1) रोपड़ से पहले बिखेरना 50-100 टन हे.$^{-1}$ की दर से

2) रोपड़ कुंड में 5-20 टन हे.$^{-1}$ की दर से

तालिका 48 : हरी खाद द्वारा तत्वों का एकत्रीकरण (1)

पोषण तत्व	क्रोटैलेरिया (2)			लबलब (3)		
	जड़ें	उपरीभाग	योग	जड़ें	उपरी भाग	योग
			कि.ग्रा./हे.			
नत्र.	13.6	151.2	165	13.4	69.1	82
फास.	1.7	11.9	13	1.9	4.2	6
पोट.	20.8	85.3	106	86	42.4	51
कैल.	6.6	74.5	81	8.2	31.9	40
मैग.	4.1	19.4	13	2.9	5.9	9
सल्फ.	3.8	12.9	17	4.4	3.3	8
			ग्रा./हे.			
बो.	107	497	604	52	112	164
काप.	26	54	80	36	11	47
आई.	8650	24807	33457	6944	1635	8579
मैंग	487	982	1469	746	299	1063
जिंक	38	97	135	48	36	84

(1) मालभोल्टा, क्रोन्का और कैसीरिस (अप्रकाशित 1994)

(2) ताजा वजन टन में : जड़ें 6, ऊपरी भाग 32

(3) ताजा वजन टन में : जडें 4, ऊपरी भाग 13

यह सत्य है कि इसमें पोटाश की कम मात्रा होती है (जो कि शराब कारखाने के धोवन - Slops या कारखाने का अवशेष - Vinasse से मालुम होता है), इसलिए इसके सुधार के लिए इसमें पौटेशियम क्लोराइट का प्रयोग करना काफी आसान है।

एक आनंददायक उपाय है कि दो उपजात (निचोड़न खली + मिल का अवशेष) को मिला दिया जाय, उसमें पानी डाल दें और इस गारे/धोल/पंक (Slury) को खेत के नालियों में पम्प द्वारा पहुंचा दें (ग्लोरिया इत्यादि Gloria *et al*, 1973)। इस तरह के मिश्रण की रचना तालिका 50 में दिया गया है।

फिल्टर कीचड़ (तलछट) कम्पोस्ट बनाने के काम आ सकता है इसको खोइया और मिल के अवशेष (Vinasse) में मिलाने से। ब्वायलर की राख कभी कभी निचोड़न खली में डाल दी जाती है, जिससे कि इसे सम्पूर्ण खाद के रूप में प्रयोग किया जा सके।

तालिका 49 : निचोड़न खली की रचना (1)

घटक	मात्रा % सूखा पदार्थ
नत्र.	1.4
फास. (अकार्बनिक)	0.9
फास. (कार्बनिक)	0.4
पोट.	0.3
कैल.	3.0
मैग.	0.4
सल्फ.	1.3
कार्बन	40.0
सिलिका	3.0
भष्म	18.0
कार्बनिक पदार्थ	81.0
	पीपीएम
काप.	65
कोब.	1.4
आई.	2500
मैंग.	624
मालि.	0.6
जिंक	89

(1) नमी : 78%। आंकड़ा लिया गया – ब्रासिल सोब्र- (Brasil Sobr) (1958) और ग्लोरिया इत्यादि (Gloria *et al* (1974) से।

तालिका 50 : अवशेष की रचना जो निचोड़न खली और चीनी मिल/(चुकंदर मिल) के अवशेष (तलछट) (Vinasse) के मिश्रण से बनी है।

घटक	मात्रा कि.ग्रा. मी$^{-3}$
नत्र.	0.4
$पी_2ओ_5$	0.09
$के_2ओ$	0.35
कैल.	0.42
मैग.	0.05
सल्फ.	0.11
कार्बनिक पदार्थ	0.63
सी/एन	19.0
पी.एच.	5.3

विभिन्न देशों में पैदावार में बढ़ोत्तरी फिल्टर खली के डालने से पाया गया है जैसे ब्राजील (रोडेला इत्यादि, 1990), कोलम्बिया (क्वीन्टरो Quintero, 1986), कोस्टारिका (बेरोकाल Barrocal, 1988)। इसका लाभकारी प्रभाव भौतिक दशा सुधारने (छिद्रता, पानी और हवा का संचय और संचार) अम्लता में कमी लाने (कैल. के बढ़ने और एल्युमिनियम के घटने) और तत्वों की पूर्ति विशेषकर सल्फर और फासफोरस के बढ़ने के कारण है। कोलम्बिया के रिसाराल्डो सुगर मिल क्षेत्र में कुछ क्षारीय भूमि (18% सोडियम, सीईसी, में) है। जैसा कि चित्र 26 और 27 में दिखाया गया है ऐसी मिट्टियां सफलतापूर्वक सुधारी जा सकती है, 80 टन/हे. फिल्टर कीचड़ को खेत में बिखेर कर मिट्टी में दबा देने से।

8.3 शराब कारखाने का धोवन (Slops), चीनी कारखानों (चुकंदर मिल) का अवशेष या तलछट (Vinasse), आसवन यंत्र का अवशेष (Stillage), गन्ने के रस की गंदगी (Dunder) :

कारखाने में चीनी बनाने की प्रक्रिया में मिल योग्य वृंत के तीन हिस्से से अधिक का पोटाश सीरा में आ जाता है। जब शीरे का प्रयोग रम (Rum) (शराब) (या उसी तरह की पेय/मद्य) का औद्योगि अल्कोहल बनाने में करते हैं तो पोटाश डिस्टीलरी स्लाप्स (Distillery slops) या भिनासे (Vinnasse) में रह जाता है (हालीडे 1956)। ओरलैण्डो फिल्हो (1994) के अनुसार दो तरह की अवस्थायें आ सकती हैं जहां तक चीनी और अल्कोहल कारखाने की बात है (1) जब मुख्य उत्पाद चीनी है तो 1 टन गन्ने से 100 कि.ग्रा. चीनी, 35 फिल्टर खली और साथ में 40 कि.ग्रा. सीरा या 12 लीटर अल्कोहल और 156 लीटर भिनासे बनता है (2) जब केवल अल्कोहल शराब बनाया जाता है तो एक टन गन्ने से 80 लीटर अल्कोहल और 1040 लीटर भिनासे पैदा होता है।

जैसा कि तालिका 51 में प्रदर्शित है, पदार्थ जो खमीर बनने के लिए प्रयोग किये जाते हैं उनके आधार पर भिनासे की रचना बदल सकती है (ग्लोरिया इत्यादि 1973)। इस अवशेष (तलछट) में तुलनात्मक रूप से फासफोरस की कम मात्रा (जो निचोड़न कीचड–प्रेस मड में दिखता है) और पोटैशियम की अधिक मात्रा होती है।

तालिका 51 : विभिन्न खमीर बनाने वाले आधार पदार्थों से बने कारखाने के अवशेष/तलछट (भिनासे) की रासायनिक रचना।

तत्व	शीरा	संमिश्रण कि.ग्रा. मी.$^{-3}$	रस
नत्र.	1.2	0.7	0.3
फास.	0.09	0.09	0.09
पोट.	6.5	3.8	1.0
कैल.	2.6	1.2	0.5
मैंग.	0.6	0.4	0.1
सल्फ.	2.1	1.2	0.2
कार्बनिक पदार्थ	19.2	11.5 ग्रा.मी.$^{-3}$	5.9
काप.	3	4	1
आई.	67	57	51
मैंग.	6	6	6
जिंक	3	4	2
पी.एच	4.8	4.6	4.1

भिनासे को खेत में प्रयोग करने के तीन तरीके हैं।

1. कूँड़ों (नालियों) में वितरण

सबसे पहले अल्मीडा (Almeida) (1952) एक अग्रणी अनुसंधानकर्ता के रुप में भिनासे को उर्वरक के जैसे प्रयोग करने की संभावना प्रदर्शित की। शराब कारखाने के पास के क्षेत्र में, बिना पतला किये, भिनासे अक्सर पौध घरों में प्रयोग किये जाते हैं। अक्सर आसवन यंत्रों के अवशेष को 1:8 या 1:10 के अनुपात में बेकार के पानी या किसी अन्य साधन से पतला बना देते हैं। भिनासे बड़े टैंकों में रखा जाता है जहां से भू–आकर्षण शक्ति द्वारा या पम्पों द्वारा खेत की नालियों में पहुंचा दिया जाता है।

2. ट्रक के द्वारा वितरण

अन्य तत्वों (नत्र., पी.) के संमिश्रण वाला या बिना संमिश्रण वाला भिनासे ट्रक द्वारा बहुत दूर तक नहीं ले जाये जाते, जहां से इनका विसर्जन जमीन की सतह पर करते हैं जिसमें रोपड़ करना है या उस खेत में करते हैं जिसमें पहली फसल की ठूठी है (लीमा-Lima, 1953)।

3. स्प्रिंकलर द्वारा वितरण

चीनी कारखानों के अवशेष (भिनासे) को खेत में लाते हैं और इसे पतला करने के बाद खेत में हाइड्रोलिक गन (स्प्रेयर) से छिड़क दिया जाता है (लेमे इत्यादि - Lene et al, 1979)। इसके प्रयोग की दर 50-100 मी$^{-3}$ हे.$^{-1}$ है।

कुछ सालों तक गन्ना किसान इसके प्रयोग से डरते थे क्योंकि इसका अम्लीय स्वभाव पौधों को नुकसान पंहुचा सकता है। भिनासे बाद में वातावरण की समस्या बन गया क्योंकि इसका कुछ हिस्सा नदी के पानी में बहा दिया जाता था या पांनी का साधन दूषित कर देता था, जमीन के अन्दर रीसने से या अति प्लावन से। यह देखा गया है कि मिट्टी का पी.एच. घटाने के बजाय भिनासे जिसका पी.एच. पहले ही चूना के पानी से निष्प्रभावित कर दिया गया है या नहीं किया है, मिट्टी की अम्लीयता इसे डालने से कुछ सप्ताह बाद घट् जाती है। पी.एच. में बढ़ोत्तरी इसके मात्रा के करीब करीब समानुपाती पाया गया। अन्य अनुकूल प्रभाव जो पाये गये वे साफ साफ भिनासे के क्षमता को एक उर्वरक जैसा प्रदर्शित किये। रन्जनी (Ranzani) (1956) ने जांच करके पाया कि पानी रोकने की क्षमता में वृद्धि उन मिट्टियों में बढ़ जाती है जो इसकी अभिक्रिया पाये हैं यह भभका/आसवन यंत्र के अवशेष में बारीक जैव पदार्थो के उपस्थिति के फलस्वरूप समझा गया। धनायन विनिमय क्षमता की वृद्धि तथा विनिमयशील धनायन की मात्रा विशेषकर पोट. की बढ़ोतरी भी इससे होती है। इसी तरह के परिणाम नूनस इत्यादि (Nunes *et al*) (1981) ने पाये। सेसर और मैन फ्रीनैटो(Cesar and Manfrinato) (1954) ने दिखाया कि भिनासे मिट्टी का कटाव एक कारक के रूप में 50% रोक देता है। कैमार्गो इत्यादि (Camargo *et al*) (1983) ने दर्ज किया कि भिनासे मिट्टी का समुच्चयन बढ़ा देता है (जो मिट्टी का कटाव रोकता है), जो सूक्ष्म जीवाणुओं द्वारा इसके जैव पदार्थ में रूपांतर द्वारा संभव होता है। वास्तव में स्पष्ट दृष्टिगत बढ़ोत्तरी सूक्ष्म जीवाणुओं की संख्या में पायी गयी जिसका विवरण कामार्गो (Camargo) (1954) ने किया। खेत में परीक्षण से पता लगा कि भिनासे केवल गन्ने पर ही नहीं बल्कि अन्य फसलों के उपज पर भी लाभकारी प्रभाव डालता है (तालिका 52)

तालिका 52 : भिनासे का विभिन्न फसलों के उपज पर प्रभाव

फसल	औसत उपज टन हे.$^{-1}$	
	नियंत्रण	भिनासे अभिकृत
गन्ना	44	117
मक्का	0.8	3.0
बीन्स	0.4	0.9
कपास (बीज)	0.3	1.4

चूंकि यह उपजात फासफोरस में निम्न होता है, इस तत्व के डालने पर पैदावार अत्यधिक बढ़ जायेगी जैसा कि तालिका 53 में प्रदर्शित है। स्टीलेज की अधिक मात्रा,

कुछ भी हो, परिपक्वता में देरी ला सकती है, रस में भष्म की मात्रा बढ़ा सकती है और चीनी की मात्रा कम कर सकती है (स्टूपिलो इत्यादि - Stupiello *et al*, 1977, और मैग्रो इत्यादि, 1980)।

यह इसलिए आवश्यक है कि भिनासे का अत्यधिक आयतन (अक्सर 100 मी$^{-3}$ से अधिक) नहीं देना चाहिए क्योंकि मिल योग्य वृंत की पैदावार वृद्धि का फायदा खतरे में पड़ सकती है, रस की गुणता घटने से। भिनासे का प्रयोग कोलम्बिया के काउका भैली (Cauca Valley) में क्षारीय मिट्टी को सुधारने के लिए किया गया (अल्मैरो गर्सिया ओकम्पों 1994 व्यक्तिगत संज्ञापन)।

तालिका 53 : भिनासे और फासफोरस (120 कि.ग्रा. हे.$^{-1}$ पी$_2$ ओ$_5$) का संयुक्त प्रभाव गन्ने के पैदावार पर

भिनासे मी$^{-3}$ हे.$^{-1}$	बिना फास.	फास. के साथ
	टन हे.$^{-1}$	
0	31	33
250	55	149
500	105	144

भिनासे के अन्य उपयोगिताओं का अध्ययन हुआ : होरोविज इत्यादि (Horowitz *et al*) (1985 ए.बी.) ने पूर्ण उर्वरक बनाने के लिए एक औद्योगिक तरीका विकसित किया। व्यर्थ उपजात में नत्र. फास., घुलनशील एवं कम घुलनशील सिलिकेट, मैंग और सूक्ष्म तत्वों को डालने से यह संमृद्ध बन जाता है। बायोगैस (60% मीथेन + 20% कार्बनडाई आक्साइड) पैदा करने के लिए भी यह आधार रूप में प्रयोग हो सकता है, आक्सीजन विहीन विघटन द्वारा : 150 मीटर^3 भिनासे/दिन से बायोगैस 18000मीटर^3/दिन पैदा हो सकता है। मल निस्राव (Effuent) जिसमें तत्व रह जाते हैं वह फिर उर्वरक के रूप में प्रयोग किये जा सकते हैं (रोचा - Rocha, 1988)।

9. संदर्भ :

अग्रवाल, एस.सी., चटर्जी, सी.ए नौटियाल, एन. एण्ड जैन, आर (1993) सुगरकेन रिस्पान्स टू कापर इन रिफाइन्ड सैंण्ड। ट्राप. एग्रिक. (त्रिनीदाद) 70 (4) : 373-341।

एल्कोर्डो, आई.एस. एण्ड रेचीगल, जे.ई. (1993) : फास्फोजिप्सम इन एग्रीकल्चर : ए रीव्यू. एड्भा.. एग्रोनोमी 49 : 55-118।

एलेक्जेण्डर, ए.जी., (1973) : सुगरकेन फिजीयोलॉजी, इल्सेभीयर पब्ली. को. अम्स्टरडान. 752 पेज

अल्फोन्सी, आर.आर., पेड्रो जेआर., एम.जे., ब्रुनीनी, ओ. एण्ड बारबीइरी, वी. (1987) : कान्डीकोज क्लाईमेटीकास पैरा ए काना डी एकुकार. इन : काना डे एकुकार – कल्टीवो ई यूटी –लीजकाओ. भाल. 1, पेज 42–55, एस.बी. पारान्होस, कोआर्डीनेटर, फण्डाकाओ कारगिल कम्पीनास. 431 पेज।

अल्मीडा, जे.आर. (1952) ओ प्राब्लेमा डा भिन्हाका इमं साओ पालो. इन्सटी. जीभेटेक्नीको (पीरासीकाबा). बुलेटिन 2, 24 पेज।

अल्मीडा, जे.आर., रन्जानी, जी. और माल्सेची ओ. (1950) ला भिनासे डान्स ल एग्रीकल्चर इन्सटी. जिमोटिक्नीको (पीरासीकावा). बुलेटिन 1, 21 पेज।

अल्भरेज जे. आर. एण्ड वुट्के, ए.सी.पी. (1963) अडुवैकाओ डाकाना डी एकुकार. 1 एक्सपरिमेन्टोस प्रिलिमिनर्स कोम माइक्रोन्यूट्रिएन्टस. ब्रागान्टिया (कैम्पिनास) 22 : 647-650।

अल्भारेज, आर., वुटके, ए.सी.पी., अरूडा, एच.भी, भानराएज, वी. गोम्स, ए.सी और जिंक, एफ. (1991) एडुबेकाओ डो काना – डी – एकुकार 14. एडुब्राकाओ एन.पी.के. एम. लाटोसोल रोक्सो, ब्रागन्टिया (कैम्पिनास) 50 (2) : 359-374।

अल्भारेज, आर., सोगेला, ए.एल. एण्ड कटानी, आर. ए. (1957) एडुवाकाओ नाइट्रोजेनाडा एम काना – डी एकुकार। ब्रागन्टिया (कैम्पिनास) 16 : 23-25।

अल्भारेज, आर., सोगेला, ए.एल. एण्ड कटानी, आर. ए. (1957) एडुवाकाओ डी काना – डी एकुकार। ब्रागन्टिया फर्टिलाइजेन्टिस नाइट्रोजेनाडास. (कैम्पिनास) 17 : 141-146।

अल्भारेज, आर. एण्ड, फ्रीरे, इ.एस. (1962) : एडुवैकाओ डी काना डी एकुकार. 6. फ्रीन्सीओनामेन्टो डा डोज डे पोटेशिओ. ब्रागान्टीया (कैम्पिनास) 22 : 51-54।

अमोरेस, एफ. (1982) : क्लीम, सुइलोस न्यूट्रिसियोन बाई फर्टिलाइजेशन डी कल्टीभोस इन ईल लीटोरल इंकुएटोरियानो. मैन. टैक. 26. इस्ट. इक्पेरिमेन्टल. पीचीलीन्गु. इ. एन. आई.–ए.पी.। आई.एन.आई.ए.पी. इन्पोफोस, टावीटो (?) 47 पेज।

एन्डर्सन, डी.एल. (1978) : प्राब्लेमास न्यूट्रिसिओनेल्स डी लाकानां अजुकार एन लो भर्गलेडेस. प्रोस. इन्ट्राफेरिकन सुगर केन सेमिनार (मीएमी) : 415-420.

एन्डर्सन. डी.एल.एण्ड बावेन. जे.ई. (1990) सुगरकेन न्यूट्रीसन. पोटाश एण्ड फासफोरस इन्टीट्यूट. (पीपीआई) पोटास एण्ड फासफेट इन्टीट्यूट आफ कनाडा (पीपीआईसी) एण्ड फाउन्डेशन फार एग्रोनोमिक रिसर्च (एफ.ए.आर) अटलान्टा. 39 पेज।

एनानिमस (1990) जिंक स्टडीज. ब्यूरीओ आफ सुगर इक्सपेरिमेण्ट स्टेशन्स (बी.एस.ई.एस) 90थ एन्नुअल रिपोर्ट (इन्डोरुपील्ली) :23

अरान्हा, ओ. एण्ड याह्न, सी. ए. (1987) : बाटानिका डा काना डो अकुकार. इन : कोना डी अकुकार कल्टिभो ई यूटिलाइजैकाओ. भालुम 1, पेज 4-14 एस.बी. पारान्होस, कोआर्डिनेटर. फन्डाकाओ कार्गिल, कम्पिनास. 431 पेज।

एबर्ट, जी.एण्ड टाभेर्नियर , आर. (1975) : इस्टुडिओ इडाफोलो जिको। इन : सुएलोस डी लास रिजन्स ट्रापीकेल्स हयूमेडास पेज 29-62। एम. ड्रोसडोफ. कोआर्डिनेटर. ट्रान्सलेशन बाई. ए.ओ. बोटारो एण्ड जे. ओरबोन्स। मैरीमर एडीसी ओन्स एस.ए. बुएनोस एरिस. 271 पेज।

अजरेडो, डी.एफ. एण्ड वाल्सानेलो जे. (1981) : इफेटो डी माइक्रो न्यूट्रिएन्टस ना प्रोडकाओ इ ना क्वालीडाडे डी काना डी एकुकार नोरीओ डी जैनिरो, इस्पीरीटो सान्टो मीनस गेरियस। (जोना डा भाटा)। ब्रासील अकुकारिरो (रीओ डी जैनिरो) 98 (3), 9-17

बची, ओ.ओ.एस. (1983) बाटनिका डा कानान्डी अकुकार। इन : न्यूट्रिको इ एडुवाको डा काना डी अकुकार नो ब्रासील पेज 25-37। जे. ओरलैण्डो एफ, कोआर्डिनेटर प्लानान्सुकार। पीरासीकावा 368 पेज।

बार्बर, एस.ए. (1966) : दीरोल आफ रूट इन्टसेप्सन मासफलो एण्ड डिफ्यूजन इन रेगुलेटिग दी अपटेक आफ आयन बाई प्लान्ट्स फ्रास स्वायल। इन : लिमिटिंग स्टेप्स इन आयन अपटेक बाई प्लान्टस फ्रास स्वायल। एफ.ए.ओ.। आई.ए.ई.ए. टेक्ली. रिपोर्ट सीर. नं. 65. आई.ए.ई.ए. भीयाना 152 पेज।

बार्बर, एस.ए. एण्ड ओल्सन, आर.ए. (1968) : फर्टिलाइजर यूज आन कार्न। इन : चेन्जिंग पैटर्नस इन फर्टिलाइजर यूज। पेज 163-188 । आर.सी. डीनाडर, इड. स्वायल साइन्स सोसाइटी अमेरिका, आई.एन.सी. मेडिसान 466 पेज.

ब्यूफिल्स, इ.आर (1977) : फिजियोलाजिक डाएग्नोसिस : ए गाइड फार इम्प्रोभिग मेज प्रोडक्सन वेस्ट आन प्रिन्सिपिल्स डेवेलप्ड फार रबर ट्रीज। फर्टिलाइजर सोसायटी साउथ अफ्रीका जे. (पीटरमारीट्ज वर्ग) 1 : 1-30

ब्यूफिल्स, इ.आर. (1973) : डाइग्नोसिस एण्ड रिकमेन्डेशन इन्टिग्रेटेड सिस्टम (ड्रिस) : ए जनरल स्कीम फार इक्पेरिमेन्टेशन एण्ड कैलिबरेशन बेस्ड आन प्रिसिपिन्स डेवेलप्ड फ्रास रिसर्च इन प्लान्ट न्यूट्रीशन। बुलेटिन स्वायल साइन्स (पीटरर्मार्ट्जवर्ग) 1, 1-132.

ब्यूफिल्स, इ.आर. एण्ड सुम्नर, एम.ई (1976). अप्लीकेशन आफ ड्रिस अप्रोच फार कैलीबरेटिंग स्वायल, प्लान्ट एण्ड प्लान्ट क्वालीटी फैक्टर आफ सुगरकेन। प्रोस. साउथ अफ्रीका सुगर टेक्नोल. असोस. (पीटर्मारीट्वर्ग) 6 : 1-7

बेर्रोकाल, एम. (1988) : इफेक्ट डी लास रेजीडुअस डेला इन्डट्रिया अजुकार – अल्कोहोलेरा, बागाजो, काछाजा मीनाजा इन ला प्रोक्टसीअन डी काना डी अजुकार एन अन मर्टीसोला डा गुएनाकास्टे। एग्रोनामिया कोस्टेरीसीन्सी (सान जोस) 12 (2) : 147-154.

बेसफोर्ड, आर.टी. (1980) एरैपिड टीसू टेस्ट फार डाएग्नोजिंग फासफोरस डेफिसिएन्सी इन द टोमैटो प्लान्ट। एन. बाट. (लन्दन), 45 (2) : 225-227.

बीटेनकोर्ट भी.सी., पाएक्सो, ए.सी.एस. अल्मीडा, एम.जे. एण्ड ब्यूक्लेर, इ.जी.एफ. (1992) : डाइग्नोज न्यूट्रिसिओनल, डा काना अकुकार अट्राभास डा एनालिस डू काल्डो। डाडोस प्रीलीमीनरस। एस.टी.बी. (पीरासीकाबा) 11 (2) : 12-17.

ब्रासील सोब्र., एम.ओ.सी. (1958) : इस्टुडोस सोब्रे ओ एप्रोमीएटनामेन्टो डा टोर्टा डी फिल्ट्रो डी यूसिनास डी अकुकार कोमो फर्टिलीजान्टे। डी. एससी. एग्रि. थेसिस, इ. एस.ए. "लुइज डी क्वीरोज" यूनिवर्सीटी आफ साओपालो पीरासीकाबा। 109 पेज।

ब्रीन्होलो, ओ., नाकागाना, जे., मारकान्डेस, डी.ए.एस. एण्ड लीन., टी., टी.एच. (1980) स्टूडो कम्पोरटिभो डी फोर्मास इ डोजेस डी अडुवास नाइट्रोजीनाडोस ना कल्चरा डा काना डा अकुकार (काना डी एनो)। ब्रासील अकुकारीरो 96 (5) : 308-312.

बुल, टी.ए. एण्ड ग्लैसजिओ, के.टी. (1978) सुगर केन। इन : क्राप फीजियोलोजी पेज. 51.72. एल.टी. इभान्स इडी. कैम्ब्रिज यूनिवर्सीटी प्रेस। कैम्ब्रिज, लन्दन, न्यूयार्क,

मेलबाउर्ने, 374 पेज।

बर, जी.ओ., हार्ट, सी.ई., ब्राडी, एच.डब्लू., टीनीमाटो, टी. होट्सचाक, एच.पी., टाकासाही, डी., अस्तोन, एफ.एम. एण्ड कोलमैन, आर.ई. (1957) : दी सुगरकेन प्लांट. एन्नु. रीभ्यू. प्लांट फिजियोल. (पालोअल्टो) 8 : 275-308.

कैब्रेरा, ए. (1994) सुगरकेन इन्टेन्सिभ क्रापिंग, प्रोडक्टीवीटी एण्ड इन्भारानमेण्ट। 15थ वर्ल्ड कान्फ्रेंस आफ स्वायल साईंस (आकापुल्को). ट्रान्स भालूम 7ए : 342-352.

कामार्गो, ओ.ए., मालडेर्च, जे.एम.ए.एस. एण्ड गेरेल्डी, ओ.एन. (1983) काराक्टीरीस्टीकास क्वीभीकास इ फीसीकास डी सोलो क्वेरीसीबु भिन्हाका पोर लोन्गो टेम्पो. इन्टीट्यूटो एग्रोनामिको (कैम्पीनास) बाल. टेक. 76, 30 पेज।

कैम्ब्रिया, एस.बोनी.पी.एस. एण्ड स्ट्रोवेली, जे (1989) : इस्टूडोस प्लीमीनर्स कोम माइक्रोन्यूट्रिन्सजीको. वोल. टेक. कोपरसुकार (साओपालो) 46 : 12-17.

कैपो, बी.जी., लैन्ड्रोउ, जे.आर.पी., एलर्स, एस.ए. एण्ड रीएरा, ए. (1995) दी मेथड आफ फोलियर डाइग्नोसिस एज अल्लाएड टू सुगरकेन। एग्रिक. इक्स. स्टे. यूनिभ. आफ प्यूर्टोरिको। रीओ पीइड्रास. बुल. 123, 47 पेज।

कार्डोसा, ई.एम. (1956) कन्ट्रब्यूको पैराइस्टुडोडा एडुवाको भरडी डास कानाभियास। डी.एससी. एग्र. थ्रेसिस इ.एस.ए. "लीजडी क्वीरोज" यूनिवर्सीटी आफ साओपालो पीरासीकावा 109 पेज।

कासाग्रान्डे, ए.ए. (1991) टाफिकास डी भोफोलोजिया – इ. फ्रिसियोलोभिया डा काना डी अकुकार, यू.एन.ए.एस.पी. एफ.यू.एन.ई.पी., जीवोटीकावाक्वल, 157 पेज।

कटानी, आर.ए., एर्रुडा, एच.सी., पेलेग्रीनों, डी एण्ड वर्गामीन फिल्हो, एच (1959) : ए. एक्सार्को नाट्रोजिनियो, फोसफोटो, पोटैशियो, कैलसियो, मैगनीसियो, इन्क्साफ्रे इ, सीलीसीओ पेला काना डी एकुकार को. 419 ई.ओ. सीयु. क्रसिमेण्टो इभ पुन्सि ओ डाइडाडे एन.ई.एस.ए. "लुइज डी क्वीरीरोज" यू.एस.पी. (पीरासीकाबा) **16**, 167-190.

सी.इ.ए., आई.एफ.ए. एण्ड आई.पी.आई. (1983) हैण्डबुक आन इन्भारान्टल आस्पेक्टस आफ फर्टिलाइजर यूज मार्टिनस निझोफ। डा. डब्लू. जुन्क पब्लि.। दीहाग, ब्रोस्टोन, लन्दन, 1103 पेज।

सीसार, सी.एम.एण्ड मैनफ्रीन्टोसा एन. (1954) ओ इफीटो एन्टियरोसीमो डा भिन्हाका नो सोलो। रिभ्यू डा एग्रिकल्चरा (पीरासीकाबा) **29**, 75-80.

चेम्स, एम.ए. एण्ड सल्मारैडो, एन. ए./ (1994) मैनेजो डी ला फर्टिलाइजेशन इन प्लान्टेशन डी काना डी अजुकार (सेकेरम स्पीसीज.) इन एन्डिसोल डी लैडरास डी कोस्टारीका। 15थ वर्ल्ड कान्ग्रेस आफ स्वायल साईंस (एकापुल्को) ट्रान्स, भाल. 7ए. 353-372.

चावान–चाउ, उब्ल्यू. (1976) दी इफेक्ट आफ फर्टिलाइजर अप्लीकेशन आन सुक्रोज कन्टेन्ट इन सुगरकेन (टाएपी) **23** (4) 176-181.

क्लीमेन्ट्स, एच.एफ. (1961) : क्राप. लागिंग आफ सुगरकेन इन हवाई। इन प्लान्ट एनालिसिस एण्ड फर्टिलाइजर प्राब्लम्स. पी. 131-147. डब्लू रूथर. इड. अमेरिकन इन्स्टीट्यूट आफ बायोलाजिकल साईंस. पब्लि. एन. 8, वाशिंगटन, 454 पेज।

क्लीमेन्ट्स, एच.एफ. (1980) : सुगरकेन क्राप लागिंग एण्ड क्राप कन्ट्रोल –पिसिंपिल्स एण्ड प्रेक्टिसेज। पिटमैन पब्लिसिंग एल.टी.डी. लन्दन, 520 पेज।

क्लीमेन्ट्स, एच.एफ. मार्टिन, जे.पी., मोरीगुची, एस. (1941) कम्पोजीसन आफ सुगरकेन प्लान्ट्स ग्रोन इन जेफिसि? एण्ट सालूशन्स। हवाइयन प्लान्टर्स रिकार्ड 45, 227-239.

कोले, एफ.जे., सैन्चेज, सी.ए., इंजुनो, एफ.टी.एण्ड वोटचर, ए.बी. (1993) न्यूट्रिएन्स एकुमुलेशन एण्ड रिमोवल बाई सुगरकेन ग्रोन आन एभरग्लैड्स हिस्टोसोल्स. एग्रोन. जे. **85** : 310-315.

कोच्राने, टी.टी. (1979) : मैगेनीज एण्ड जिंक डेफिसिएन्सीज इन सुगरकेन ग्रोन इन इन्टिसोल नीयर सान्टाक्रुज, बोलिभीया, ट्राप. एग्रिक. **56** (3), 219-224.

डेनमीड, ओ.टी. फ्रेनी, जे.आर. जैक्सन, ए.भी.स्मीथ जे.डब्लयू.बी. सैफिग्ना, पी.जी., वुड, ए.डब्ल्यू एण्ड चैकमैन, एल.एस. (1990) वोलेटिलाइजेशन आफ अमोनिया फ्राम यूरिया एण्ड अमोनियम सल्फेट अप्लाएड टू सुगरकेन ट्रैस इन नार्थ क्वीन्सलैण्ड। प्रोस. कान्फ. आस्ट्रेलियन सोस. केन टेक्नोल 72-78 (एब्स. इन सुगरकेन) एन 3पी, 19, 1991)

डेरेन, सी. डब्लू., ग्लैज, बी. एण्ड स्लीडर, जी.एच. (1993) : लीफ टीसू सिलिकान कन्टेन्ट आफ सुगरकेन जिनो टाइप ग्रोन आन एयरग्लैण्डस हिस्टोसोल्स। ज. प्लान्ट न्यूट्रीसन 16 (1) : 2273-2280.

डीलेविन, सी.वान (1952) बाटनी आफ सुगरकेन। दी क्रोनिका बाटनिका वाल्थन, 371 पेज।

डोवरीनेर, जे. (1992) रीसेन्ट चेन्ज इन दी कन्सेप्ट आफ प्लान्ट वैक्टीरिया इन्टरएक्सन : इन्डो फाइट न$_2$ फिक्सेसन बैक्टीरिया। सिन्सिया इ कल्चरा 44 (5) : 310-313.

डोवेरीनेर, जे., डे., जे.एम. एण्ड डार्ट, पी.जे. (1972) : नाइट्रोजीनेज एक्टीवीटी इन दी राइजोस्फीयर आफ सुगरकेन एण्ड सम अदर ट्रापिकल ग्रासेज। प्लान्ट स्वायल, 37 : 1991-1996

डोबेरीनेर, जे., डे., जे.एम. एण्ड डार्ट, पी.जे. (1973) : फिक्सेकाओ डी नाइट्रोजीनि ना राइजोस्फीयर डी फास्पेलम नोटाटम, इ डी काना – डी – एकुकार। पेस्क्व. एग्रोपस. ब्रास. सिर. एग्रोन. (ब्रासिलिया) 8 : 153-157.

द्विवेदी, आर.एस. और सिंह, जी.बी, (1991) : जिंक न्यूट्रीशन आफ सुगरकेन। माइक्रोन्यूट्रिएन्टस मैनुफैक्चररस एसोसिशन आफ इण्डिया, चण्डीगढ़, 63 पेज.

द्विवेदी, आर.एस. (1992) : स्पेसिफिक न्यूट्रिएन्ट्स रिक्वायरमेन्ण्टस आफ सुगरकेन। इन्ट. सेमी.– एबायोटिक स्ट्रेस, अगस्त, 9-12, फीलीपीन. (अब्स्ट्रैक्ट–अनुवादक द्वारा)

इल्वाकी, ए.एम.ओ. एण्ड गास्यो, जी.जे. (1984) स्वायल टेस्टिंग, फोलियर एनालिसिस एण्ड ड्रिस एज गाइड फार सुगरकेन फर्टिलाइजेशन। एग्रोन जे. **76**, 446-470.

इवान्स, एच. (1942) : एन इन्वेस्टिगेसन आफ फिजिओलाजिकल मेथड्स आफ डिटर्मिनिंग न्यूट्रिएण्ट डेफिसिएन्सी इन सुगरकेन। एनल्स आफ बाटनी **6** : 413-436.

इवान्स, एच. (1961) : एगाइड टू इन्टरप्रीटेशन आफ न्यूट्रिसनल डाएग्नोस्टिक एनीलिसिस आफ सुगरकेन इन ब्रिटिस गुयाना। दी सुगर जे. **23** (9) : 8-16.

इवान्स, एच. (1967) टीसू डाइग्नोसिस एनालिसिस एण्ड देयर इन्टरप्रीटेशन इन सुगरकेन। प्रोस. 12थ कान्ग्रेस इन्टरनेशनल सोसा. सुगरकेन टेक्नोलाजिस्ट्स (पुइर्टोरीको) : 227-236.

एफ.ए.ओ. (1992) प्रोडक्सन इयरबुक। माल. 46। फूड एण्ड एग्रीकल्चर आर्गनाइजेशन आफ यूनाइटेड नेसन्स, रोम, 281 पेज।

फाउकोनीर, आर एण्ड बासेरियू, ओ. (1975) : ला काना डी एजुकार ट्रान्सलेटेड बाई इ. वोटा. इडिटोरियल ब्लूम. बर्सिलोना, 433 पेज।

फेरीयरा, इ.एस., कैसेरिस, एन.टी., कार्नडोर्फर, जी.एच., मार्टिन,जे. एण्ड माथिसेन, एल. ए.(1989) यूजो डो मल्टीफासफैक्टो मैगनेसियानों ना अडुवाकों डी प्लान्टियो डी काना डी एकुकार। बाल. टेक. कोपरसुकर (पीरासीकाबा) **46** : 6-11.

फाक्स, आर.एल., सिल्वा, जे.ए., योन्ग, ओ.आर., प्लकनेट, डी.एल.सेरमन, डी.जी. (1967) : स्वायल एण्ड प्लान्ट सिलिकान एण्ड सिलिकेट रिस्पान्स बाई सुगरकेन। स्वायल साइन्स सोस. अमेर. प्रोस. **31** : 775-779.

फ्रीयरे, इ.स. अल्भारेज, आर.एण्ड वुट्के, ए.सी.पी. (1968) : एडुवाको डा काना डी एकुकार 13, इन्स्टूडो कनजुन्टो डी इक्सपीरेन्सियास कोम डाईमर्सास फोस्फाटोस, रीयलाइजेडोसा इन्टर 1950 इ 1993। ब्रागान्टिया (कम्पीनास) **27** : 421-436.

गैलो, जे.आर., हीरोसे, आर. एण्ड अल्वारेज, आर 1968 लेभन्टामेण्टा "डो" इस्टाडो न्यूट्रीसीनल डी काना वीयीस डी साओपालो पेला एनालाइज फोलियर। ब्रागन्टिया (कम्पीनास) 27 (3) : 365-382.

गार्सियो ओकम्पो, ए. (1991) काना डी अजुकार इन : फर्टिलाइजेशन डी कन्टिवोस इन स्लीवाकैलिडो, पी. 139.176। आर. गुर्रेरो रीयस्कोस, इड. मोनोमेरोस कोलम्बो वेनेजोलेनोस, एस.ए. (ई.एम.ए.) बोगोटा 312 पेज।

गैउस, जे.जी. (1973) : फर्टिलाइजर गाइड। सेन्टर ड इटुडेडील अजोटे। जूरिच, 774 पेज।

ग्लोरिया, एन.एस., सान्टा अना, ए.जी. एण्ड बैगी (1973) कम्पोसिकाओ डोस रजिडुअस डा पुसिना डी अकुकार इ डेस्टीलरीस। ब्रासील एकुकारिरो (रीओ डी जानिरो) 81, (6) : 78-87.

ग्लोरिया, एन.ए., जैसिन्थो, ए.ओ., ग्रासी, जे.एम.एम. एण्ड सन्तोष, आर. एफ. (1974) : कम्पोसिकाओ मिनरल डास टोर्टास डी फिल्ट्रो रोटेटिओ। ब्रासील अकुकारिरो (रीओ डे जानिरो) 84 : 235-242.

ग्लेरिया, एन.ए., कटानी, आर.ए., वर्गामीन, फिल्हो, एच.एण्ड पेलेग्रिनो डी (1964) ए सबसार्को डी मालिब्डिनो, पोला काना डी "लुइज डी क्लीरोज" यूएसपी (पीरासीकाबा) 21, 167-180.

गोल्डन, एल.डी. (1967) : दी अपटेक आफ फर्टिलाइजर फासफोरस बाई सुगरकेन इन

लोइसीयाना एज मेजर्ड बाई रेडियोआइसोटोप मेथड्स। प्रोस. इन्ट. सोस. सुगरकेन टेक्नोल. 12, 640-646.

गोसनेले, जे.एम. एण्ड लांग, ए.सी. (1971) : सम फैक्टर एफेक्टिंग फोलियर एनालिसिस इन सुगरकेन। प्रोस. एस. अफ्र. सुगर टेक्नोल. असो. 1-6 (क्वोटेड बाई रीयुटर 1986)

गुरेर्रो, एम.आर (1991) सुएलोस डी जोना कालिडा इन : फर्टिलाइजेसन डी काल्टिवास इन क्लीमा कैलिडो। पी. 13-34। रीकार्डो गुरेर्रो रीयस्कोस। इड. मोनोमोरेस कोलम्बो मेनेजोलैनोस, एस. ए. (ई.एम.ए.), बोगोटा, 312 पेज।

हैंग, एच.पी. (1965) : इस्टूडोस डी न्यूट्रिको मिनरल ना काना डी अकुकार (सेकेरम आफिसिनेरम एल.) भरारडाडे सी.बी. 41-76 कल्टीवाडा एम. सालुको न्यूट्रिटीमा। फ्री डोसेन्ट फेसिस इ.एस.ए. "लुइज डी क्वीरोज" यू.एस.पी. पीरासीकाना 141 पेज।

हैग, एच.पी. डेचेन, ए.आर. एण्ड कार्मेलो, क्यू. ए.सी. (1987) : न्यूट्रिकोमिनास डा काना – डी – एकुकार। इन : काना डी एकुकार : कल्टिवोइ युटिलाइजैको। फर्स्ट वाल. पी. 88-162, ए.बी. पारान्होस, कोआर्डिनेटर फन्डाको कार्गिल, कैम्पिनास 431 पेज।

हालिडे, डी.जे. (1956) दी मैन्योरिंग आफ सुगरकेन। सेन्टर ड एटुओ डील अजोटे, जेनेवा 221 पेज।

हार्ट, सी.ई. (1934) सम इफेक्ट आफ पोटैशियम अपान दी एमाउण्ट आफ प्रोटीन एण्ड एमिनो फार्म आफ नाइट्रोजन। सुगर एण्ड इन्जाइम एक्टिवीटी आफ सुगरकेन। प्लांट फिजिओलाजी 9 : 453-490.

हार्ट, सी.ई., कोर्टसचेक, एच.पी., फोरबेस, ए.वी. एण्ड बर, जी. ओ. (1963) : ट्रांसलोकेशन आफ^{14} सी इन सुगरकेन। प्लांट फिजियोलोजी 38, 305-318.

होडनेट, जी.ई. (1956) रिस्पान्स आफ सुगरकेन टू फर्टिलाइजर्स। इम्पायर जे. इक्सपताल. एग्रीकल्चर 24 (93), 1-20.

होरोबिट्ज, जेड. सा जर. जे.पी.एम., अल्वीडा, एल.एम.एण्ड डुएर्टे, पी.जे (1985 ए) : ट्रान्सफार्को, डो विन्होटो इम फर्टिलीजैन्टी कम्पलीटो. 1 टेक्नोलोजिया. ब्रासील सकुकारिरो (रीयाडे जैनिरो) 103 (1) 7-14.

होरोबिट्ज, ए.सा. जर. जे.पीएम. अल्मीडा, एल.एम., डुएर्टे, पी.जे., लोपस, सी.ई. एण्ड नोचेलमैन, ए. (1985 बी) विन्होटो कोमो फर्टिलाइजैन्टे। इम्प्रीगो डेस्टे प्रोडुटो, इन्रीक्वेसीडो। रीम. क्वीवीकल इन्डस्ट्रियल, अप्रैल : 9-16.

हमबर्ट, आर.एच. (1968) : ग्रोइंग आफ सुगरकेन। इल्सेवीर पब्लीसिंग कम्पनी, अम्सटर्डन, लंदन, न्यूयार्क 779 पेज।

हमबर्ट, आर.पी. और अलरिच (1969) : फर्टिलाइजर यूज आन सुगर क्राप्स. इन : चेन्जिंग पैटर्न इन फर्टिलाइजर यूज। पेज 379-401। आर.सी. डीनाडर, इड. स्वायल सांइस, सोसायटी आफ अमेरिका, आई.एन.सी., मेडिसान।

जोन्स जर. जे.बी., वोल्फ, बी एण्ड मिल्ल्स, एच.ए. (1991) : प्लान्ट एनालिसिस हैन्डबुक। माइनक्रो मैक्रो पब्लिसिंग, आई.एन.सी., एथेन्स, 213 पेज।

जोन्ग, टी.सी., काओ., एम.एम. और चेना, सी. सी. (1978) : दी इफेक्ट आफ जिंक

अप्लीकेशन आन इन्ड एण्ड न्यूट्रिएण्ट अपटेक आफ सुगरकेन. प्रोस. 16 कांग्रेस इन्टरनेशनल सोस. सुगरकेन टेक्नोलोजिस्ट्स (साओपालो) 2, 907-917.

कोफेलर, एन.एफ. एण्ड बोन्जेली. पी.एल. (1987) : अवलीको डोस सोलोस ब्रासीलीरोस पैरा ए कल्चरा डा काना – डी – अकुकार। इन काना – डी – अकुकार – कल्टिवाइ यूटिलीजैको। फर्स्ट वाल. पी. 19-41 एस.बी. पारान्हो, कोआर्डिनेटर। फन्डाकाओ कागिल कम्पीनास, 431 पेज।

कोर्डोरफेर, जी.एच. (1989) क्रेसिमेन्टो इ डिस्ट्रीब्यूको डो सिस्टमा रेडिकुलर डी काना – डी – अकुकार एम सोलो एल.वी.ए. बाल, टेक. कोपरसुकार (पीरासीकाबा) पी. 47-89.

कोडोफेर, जी.एच. (1990) : ओ पोटैशियो इ ए क्वालीडैडो डा काना – डी – एकुकार। इन्फो एग्रोनोमिकास (पीरासीकाना) : 49 : 1-3.

लेमी, इ.जे.ए., रोसेनफेल्ड, यू. एण्ड बाप्टीस्टेला, जे.आर (1979) : अप्लीकाको डी मिन्हाका इम कानाडी अकुकार पोर एक्सपर्सो। प्लानान्सुकार (पीरासीकाबा) बुल. बी. वाल. 1 (4) : 3-42.

लिमा, यू.ए. (1953) : सिस्टेमा डी काप्टाको डी वीन्हाका पैरा एप्रोटामेण्टो कोमो फर्टिलीजेन्टे इन्स्टी. जिमोटक्नीको (पीरासीकाबा) बुल. 4, 23 पेज।

मागो, जे.ऐ. ग्लोरिया, एन.ए. एण्ड पुग्लिया, सी.ए.एम. (1980) : रीएलीडाडे एटुअल डास पोलुएण्टस डा उसिना डा पेड्रा। सेम. टेक., एस.टी.ए.बी. –सुल (रीवेरो प्रेटो) 55-61.

मालवोल्टा, ई. (1982) न्यूट्रिका मुनरल इ एडवैको डी काना – डी – एकुकार। अल्ट्राफर्टिल. साओपालो. 80 पेज।

मालवोल्टा, ई. (1983) ए सीटुकाडा एडुवैको फ्लुडडा नो ब्रोसिल. इन : सिम्पोरिओ ब्रोसिलीरो सोब्रे फर्टिलीजान्टे फ्यूइडोस. पी. 37-64., जी.सी. भीटी एण्ड ए.ई., बोरेटो, कोआर्ड. पीरासीकाबा, 324 पेज।

मालवोल्टा, ई..एण्ड पीमेन्टेल गोम्स एफ (1961) फोलियर डाएग्नोसिस इन ब्राजील. इन. प्लाण्ट एनाक्तिसिस एण्ड फर्टिलाइजर प्राब्लम्स. पी 180-189. डब्लू रूथर, इड. अमेरिकन इन्स्टीट्यूट आफ बायोलाजिकल साइंसेज। पब्लीकेशन नं. 8, वाशिंगटन, 454 पेज।

मालवोल्टा, इ., पीमेन्टेल गोम्स, एफ. एण्ड ब्रीगर, एफ.ओ (1959) रिकमेन्डाकोस पैरा प्लान्टियो डा काना डी अकुकार बाल. कोप. युसीनीरास ओस्टे डो इस्ट.डी. साओ पालो रीबैरो. प्रेटो. 21 पेज।

मालवोल्टा, इ., प्रीमेन्टेल गोम्स, एफ., कोरी, टी, अब्र, सी.पी., वाल्सेची, ओ., हैग एच.पी., ब्रासील सोब्र, एम.ओ., मेलो, एफ.ए.एफ., अजोला, जे.डी.पी., ग्रंजानी, जी., कीहल, इ.जे., क्राकोमा, ओ.जे., मेनार्ड, एल.एन., नवियास, आर.एफ. फ्रीरे, ओ. एण्ड ओलिमीरा, इ.आर (1963) : ए डाइग्नोज फोलियर ना काना डी अकुकार, 4 रेजल्टे डोस डी 40 इन्साओस फोटोरिस एन.पी.के 3×3×3 प्रीमीरो कोर्टेनो स्टेडो डी साओपालो इ.

एस.ए. "लुइज डे क्वीरोज" यू.एस.पी. पीरासीकाबा 47 पेज।

मालवोल्टा, इ., विटटी, जी.सी., मोटोन, एम.ए., फोनैसिरी एफ., डी., पेरेसिन, डी., रोसोलेन, सी.ए., नोसीटी, पी.आर.एच., मेन्डेस, जे.एम., परनन्होस एस.बी., पेसिन, सी.आर., मालवोल्टा, एम.एल. (1989) : इफीटोस डी डोजेज इ फोन्टेस डी इन्सोफ्रे इम कल्चरास डी इनट्रेसी इकोनोमिको 5 काना डी अकुकार एसएन बाल. टेक. 5 साओ पालो 50 पेज।

मालवोल्टा, ई., वीटी जी.सी. एण्ड ओलिवीरा, एस.ए. (1989) : अवेलीको डो इस्टाडो न्यूट्रिसनल डास प्लान्टास। असोसीयाको ब्रासीलीरा पैरा पेसक्पवीसा डा पोटैसा इ डो फोस्टैफो पीरासीकाबा 201 पेज।

मालवोल्टा, इ. एण्ड क्लीमैन, एच.जे. (1985) : डिसार्डेन्स न्यूट्रिसिनाइस नोसिरोडो। असोसीको बेरासीलीरा पैरा पेस्क्वीसा डा पोटैसा इ डो फोस्फैटो। पीरासीकाबा, 136 पेज।

मालवोल्टा, इ एण्ड कार्वाल्हो, जे.जी. (1984) : डाइग्नोंज फोलियर काना डी अकुकार। 10 इफिटो डा क्वाटीडाडे डी चुवा नोस टिओरस डा मैक्रोन्यूट्रिएण्टस ना काना प्लान्टा इ काना सोको. टुर्रीएल्ब : **34** (1) 150-120.

मालीवोल्टा, ई एण्ड डा क्रुज, भी. एफ. (1971) : ए मीनिंग फार फोलियर डाएग्नोसिस। इनः रीसेन्ट एडवान्सेज इन प्लान्ट न्यूट्रीसन। माल. 1 पी. 1514, आर.एम. समीश, इउ. गोर्डोन एण्ड ब्रीच साइंस, पब्ली. आइएनसी, न्यूयार्क 342 पेज।

मालवोल्टा इ., क्रुज. भी.एफ. एण्ड सिल्वा, एल.जी. (1972) : फोलियर डाएग्नोसिस इन सुगरकेन। 5 इक्सटेन्सन आफ फिजियोलाजिकल इकोनोमिकल कनसेप्ट आफ क्रीटीकल लेवल। एन एकेड. ब्रासीलीटा डी सींएसिस 44 (2) : 349-352.

मैरिन्हो, एम.एल एण्ड एल्बूक्वेरक्वे, जी.ए.ए. (1978) : कैलिब्रेसन आफ इक्सेट्रेटेबुल फासफोरस इन स्वायल्य फार सुगरकेन इन अलगोस। ब्राजील. प्रोस. 16 कान्ग्रेस इन्टरनेस. सोस. सुगरकेन टेक्नोलोजिस्ट (साओ पालो) 21:1283-1292.

मैरिन्हो, एम. एल., कावालकान्ती जी. ए. एण्ड अमोरिन, ए.एल.सी. (1975) इन्फ्लुएन्सिया डो नाइट्रोजिमों, फोसफोरो इ पाटैशियो नो रेडिमैन्टो इन्डस्ट्रियल डोस कानाभीयीस डी अलगोसः बासिल एकुकारिरो (रीयो डी जेनिरो), **86** (6), 19-29.

मैसकेरन्हास, ए.सी. एन. (1987) : इकोफीजिओलाजिया डा काना डी अकुकार : आस्पेटा डो मेटाबालिज्मों डो कार्वोनो ना प्लान्टा। इन : इकेफिजिओलाजिया डा प्रोडुकाओ एग्रिकोल। पी– 113-119. पी.आर.सी. कैस्टो एस.ओ. फेरिरियो एण्ड टी. यामाडा इडीस. एसोसीको ब्रासिलरा पैरा ए. पेसक्वीसा. डा पोटैसा इ डो फासफाटो, पीरासीकाबा 249 पेज.

मोगिल्नर. आई., ओरिओलो जी.ए. हेन्हिन, ए. एण्ड भिडोमलान्स्की, डी. एफ. (1960) : इन्फ्लुएन्सिया डी अल्गुनोस मैक्रोन्युटि एन्टस (एन. पी. के.) वाई डी एलिमेन्टोस डाएग्नोभिकास सुमिनीस्ट्राडोस पोर रीगो बाई पोर एस्पर्सन इन एलरीन्डे वाई कोन्टीनी डो डी सैकारोसा इन लो काना डी अजुकार। बोनप्लाइन्डिया (कोरिएन्टेस) 1(3) : 245-247.

मोरिली, जे.एल., डाल्वेन, ए.ई. अल्वीडा, जे.ओ.सी. एण्ड डेमाटी, जे.एल. आई. (1992) : कल्कारीओ इ गेसो ना प्रोडक्टीवी डाडे डा काना–डे– अकुकार इ नास कैरेक्टरिस्टिकास डी अमसोलो डी टैक्सचरा मेडिया एलिको. आर.ब्रास.सी. सोलो (कैम्पिनास) 16, 187-194.

मोरेली, जे.एल., नेली, इ.जे.,वाप्टीस्टेला, जे. आर. एण्ड डेमेटे, जे. एल.आई (1991) : टर्मोफेस्टेटो ना प्रोडक्टीभीडाड डी काना डी अकुकार इनास प्रोप्रीडाडेस क्वीमीकास डी उन सोलो ऐरिनोसो डी बैक्सा फर्टीलीडाडे। आर. ब्रास. सी सोलो (कैम्पिनास): 15, 57-61.

नेल्सन. एल.ई, (1980) फासफोरस न्यूट्रीसन आफ काटन, पीनट, राइस, सुगरकेन एण्ड टोबैको। इनः रोल आफ फासफोरस इन एग्रीकल्चर पी. 693-736. आर.सी.डीनाउर इड.अमेर.सोस, एग्रोनामी, क्राप साइन्स सोस. अमेरिका, स्वायल साइन्स सोस. अमेरिका, मेडिसन. 910 पेज.

निकेल, एल.जी. (1977): सुगरकेन। इन : इकोफिजियोलाजी आफ ट्रापिकल क्राप्स पी. 80-111. पी. टी. एल्विन एण्ड टी.टी. कोज्लोवस्की, इडस. एकेडेमिक प्रेस/न्यूयार्क, सानफ्रेसिंको, लन्दन, 502 पेज.

नन्स, एम.आर., वोलिसो, ए. सी. एक्स. एण्ड लील, जे.आर. (1981) : इफीटोस डाविन्साका नास कैटायन्स ट्रोकैविस इ अट्रोस एलिमेन्टोस क्वीवीकोस डो सोलो. पेस्क्व. एग्रोपेक. बास. (ब्रासीलिया)16 (2): 171-176.

ओरलैण्डो फिल्हो, जे. (1978) : एब्सार्कोडोस मैक्रोन्यूट्रिएन्टेस पेला काना – डी– अकुकार (सैकेरम स्पीज.) भेरिडाडे सी.बी- 41-76 इम ट्रेस ग्रान्डेस ग्रुपोस डे सोलोस नो इस्टेडो डी साओ पालो, पीएच.डी. थेसिस, इ.एस.ए. "लुईज डी क्वीरोज" यू.एस.पी. पीरासीकाबा 154 पेज।

ओरलैण्डो फिल्हो, जे. (1985) : पाटैशियम न्यूट्रीसन आफ सुगरकेन। इनः पोटैशियम इन एग्रीकल्चर। पी. 1045-1062, आर.डी. मुन्सन, इडी. अमेरिकन सोस. आफ एग्रोनोमी, क्रापसाइन्स सोस. आफ अमेरिका मैडिसन, 1223 पेज.

ओरलैण्डो फिल्हो, जे. (1994) : आल्टरनेटिव्स फार इफिसिएन्ट यूज आफ मिनरल फ र्टिलाइजर एण्ड सुगर फैक्ट्री रेजिड्यू विद लो स्वायल डिग्रेसन एण्ड इन्वायरान्मेन्टल कन्टामिनेसनरिस्क्स। 15थ वर्ड कांग्रेस आफ स्वायल साइंस (अकापुल्को) वाल. 7,ए 395-405.

ओरलैण्डो फिल्हो, जे. एण्ड रोडेला, ए.ए. (1983) : एनालिस क्वीमीका डो सोलो इ रिकमेण्डाको डी एडुवैको। इन न्यूट्रिको इ एडुवैको डा काना डी एकुकार नो बासिल. पी. 155-178, जे. औरलैण्डो एफ, कोआर्डिनेटर प्लानाल्सुकर, पीरासीकाबा 368 पेज.

ओरलैण्डो फिल्हो, जे. एण्ड जेम्बेलो जर., ई. (1983) : डीस्ट्रीब्यूको इ कन्जरभैको डास सोलो काम काना – डी–अकुकार नो ब्रासिल, इन : न्यूट्रिको ड एडुवाको डा काना डी, एकुकार नो, ब्रासिल, पी. 41-73। जे. ओरलैण्डो एफ. कोआर्डिनेटर, प्लानान्सुकार, पीरासीकाबा, 368 पेज.

ओरलैण्डो फिल्हो, जे. एण्ड जैम्बेलो जर., इ. (1983) : डाएग्नोज फोलियर इन : न्यूट्रीको इ आडुवाको डा काना डी अकुकार नो वासिल. पी. 125-152, प्लानान्सुकार, पीरासीकाबा, 368 पेज.

ओरलैण्डो फिल्हो, जे. एण्ड जैम्बेलो जर., ई. एण्ड रोडेला, ए.ए. (1981) : कैलिब्राको डो पोटैशियो नो सोलो इ रिकमेन्डाकोस डी एडुवाको पैरा काना डी अकुकार। ब्रासिल एकुकारिरो (रीयोडो जेनिरो) 97 (1) : 18-24.

औरलैण्डा फिल्हो, जे., जैम्बेलो जर., इ एण्ड हैग, एच.पी. (1978) : इन्फ्लुएन्स आफ वराइटीज एण्ड स्वायल टाइप आन. न्यूट्रिसन स्टेटस आफ लीफ आफ सुगरकेन रैटूनस। प्रोस. 16थ कान्ग्रेस इन्टरनेस. सोस. सुगरकेन टेक्नो. (एस. पालो) भाल : 2, 1165-1174.

ओरलैण्डोफिल्हो, जे., जेम्बेलो जर., ई. एण्ड कोलेटी (1979) : लोकलाइजाको डीफर्टिलाइजान्टेस इम साक्वीरो डी काना डी अकुकार (बाल. टेक. प्लान्सुलर सीर. ए. 1 : (1) : 3-24.

औरलेण्डोफिल्हो, जे., एण्ड डी. कम्पोस, एच. (1975) : न्यूमरो इडियेल डी फोल्होस पैरा ए डाएग्नोज फालियर एम काना डी अकुकार (सोक्वीरा) ब्रासिल, सकुकारीरो 85 (4) : 23-29.

औरलैण्डोफिल्हो, जे. हैग. एच.पी. एण्ड जैम्बेला जर., ई. (1980) : क्रीसीमेन्टो इ एब्सार्को डी मैक्रोन्युट्रिएन्टेस पेला काना डी एकुकार वेरिन्डाडे सी.बी. 41-76 एम फुन्काओ डा इन्डाडे एम सोलोस डी इस्टैडो डी साओ पालो. बी.टेक. प्लानाल्सुकार (पीरासीकाबा) 2 (1) : 3-128.

पालासीओस, ए. (1990) ला फर्टिलाइजेशन डी ला काना डी अजुकार इन मैक्सिको. प्रोस.। कांग्रे. एटलाक (कैली.) : 499-508.

पालग्रावे, डी.ए. (1991) फ्लुइड फर्टिलाइजर साइंस एण्ड टेक्नोलोजी। एम. डक्केर इन्स. न्यूयार्क 633. पेज.

पीमेन्टेल गोम्स, एफ. एण्ड कार्डोसो, इ. एम. (1958) : ए अडुवैको डा काना डे अकुकार डिस्ट. एडिट. एग्रोनामिका सिरेज एलटीडा. साओ पालो. 101 पेज.

पोडेमिन, एन. (1964) : मेटोडोस डी डायेग्नोस्टीको फोलियर यूटिलीजाडोस नास प्लान्टाकोस डो ग्रुपो बूकरना गुइयाना इन्गलेसा। सेगुन्डा पोट : इन्टर प्रीटाको डोस रिसल्टाडोस. फर्टिलीटे (पेरिस) 21 : 12-17.

पेडिविन, एन, एण्ड राबिन्सन , एल.ए. (1964) :मेटोडोस डी डाइग्नोस्टीका फोलियर यूटिलीजैडोस नास प्लान्टाकोस डी ग्रुपो बुक्नेर ना गुइना इंगलेसा। प्रीमीरा पार्टे : एमोस्ट्राजेन इ टेक्निका डी एनाली – फर्टिलीस (पेरिस) 21 : 3-11.

प्रीवोस, पी. एण्ड ओलेग्नीर, एम. (1956) मेथडे ड यूटिलाइजेशन डू डाएग्नोस्टिक फोलियारे इनः एनालाइज डेस प्लान्टेस प्राब्लेम्स डेस फ्युमूर्स मिनरल्स। पी.177. 192. आई.आर. एच.ओ. पेरिस 410 पेज.

क्वीन्टरो, डी. आर. (1986) : अल्गुनोस आस्पेक्टोस रिलेसियोनाडोस कान सुएलोस वाई

ला फर्टिलाइजेकोन डी कल्टिवो डी ला काना डी अजुकार एन.एल. वाले डेल काउका। इनः इल कल्टिवो डेला काना डी अजुकार पी 217-235. सी.इ.बी. ओसरीओ, इड. टेक्लीकैना कैली. 473 पेज.

क्वीन्टरो, डी. आर. (1994) : सुगरकेन फर्टिलाइजर मैनेजमेण्ट विद स्पेशल रिफरेन्स टू कोलम्बिया इक्सपेरिमेन्टल रेजल्ट्स। 15थ वर्ल्ड कान्ग्रेस आफ स्वायल सांइस अकापुल्को)। वाल. 7एः 382-394.

राज, बी. वैन, क्वागिओ, जे. ए. एण्ड सिल्वा. एम.एन. (1986) : इक्सट्रैक्शन आफ फासफोरस, पोटैशियम, कैल्सियम एण्ड मैगनीशियम फ्रास स्वायल बाई एन आयन इक्सचेन्ज रेजिन प्रोसुड्योर। कम्प्युन. स्वायल साइन्स एण्ड प्लांट एनालिसिस (न्यूयार्क) 17 : 547-566.

रान्जनी, जी. (1956): कान्सीक्वेन्सीस डा एप्लीकाडो डो रेस्टिलो एओ सालो. एन.ई.एस. ए. "लुइज डी क्वीरोज" यूनिवर्सीटी आफ पालो (पीरासीकाबा) 12, 58-68.

रेयुटर, डी.जे. (1986): टेम्परेट एण्ड सब ट्रापिकल क्राप्स। इन : प्लांट एनालिसिस – एन इन्टरप्रिटेशन मैनुएल. पी. 38-99- डी. जे. रेयुटर एण्ड जे.बी. राविन्सन इडीस. इन्काटा प्रेस मेलबोर्न, सिड्ने 218 पेज.

रीपोली, टी.सी., मोलिना जर. डब्लू.एफ., स्टुपिलो, जे.पी., नागुरीरा, एम.सी. एण्ड साकोमैनो, जे.बी. (1991) : पोटेन्सियल इनर्जिटिको, डी रेजिडुवस डे कोसेचा डीला काना वर्डेस, एस.टी.ए.बी. (पीरासीकाबा) **10** (1) : 22-28.

रोचा, बी.बी.एम. (1988) : 3 विन्हाका ट्राटामेन्टा पोर वायोडीजेस्टो एनोएबिया पर्सपेक्टिवास एटुएस। एस.टी.ए.बी. (पारासीकाबा) 7 (1) 49-54.

रोडेला, ए.ए., सील्वा, एल.सी.एफ. एण्ड ओरलैण्डो फिल्हो, जे. (1990) : इफेक्ट आफ फिल्टरकेक अप्लीकेशन आन सुगरकेन इल्ड। टुरिबिल्वा, **40** (3) : 323-326.

रोसेटो, ए. एफ. (1987) रू युटिलाइजैको एग्रोनामिका डास सब प्रोटुटोस रेजिडुवस डा इन्डस्ट्रीया एकुकैरिरा इ ढलकूलीरा। इनः कानाडे अकुकार, कल्टियो इ युटिलाइजैको। 2न्ड वाल.पी. 435-504। एस.बी. पारान्होस, कोआर्ड. कार्गिल, कैम्पिनास 856 पेज.

सुस्चैल, ए.पी. (1975) फिक्साको बायोलाजिका डीनाइट्रोजिनों एम काना– डी – अकुकार। पीएच. डी. थेसिस ई.एस.ए. "लुइज डी क्वीरोज" यू.एस.पी. पीरासीकाबा 73 पेज.

साल्सीडो, आई.एच., सैम्पिओ, इ.भी.एस.बी. (1984): डाइनाविका डी न्यूट्रिएन्टेस इन काना –डी= एकुकार। ।। डेसलोकैमेन्टो वर्टिकल इ होरिजान्टल डी नाइट्रेट – एन– इ अमोनिया– एन नो सोलो। पेस्क्व. एगोपेक. बास. (ब्रासीलीया) **19** (9) : 1103-1108.

सलीम, एम.टी. होब्स, पी.आर. एण्ड जिया, एम.एस. (1992) रिव्यू आफ एडवान्सेज इन डाईइल्ड क्राप प्रोडक्सन टेक्नोलाजी इन पाकिस्तान। प्रोस. 3र्थ इन्टरनेस सीम्पो. आन मैक्सिमम इल्ड रिस. (वीजिंग) पी- 249-263। पोटास एण्ड फासफेट इन्स्टीट्यूट आफ कनाडा, स्वायल एण्ड फर्टिलाइजर इन्स्टीट्यूट आफ चाइनीज एकेडमी आफ

एग्रीकल्चर साइन्सेज, वीजिंग, 272पेज.

सैम्पिओ, इ.वी.एस.बी., साल्सीडो, आई.एच. कायाल्कांटी एफ.जे.ए. (1987): डिनामिका डी न्यूट्रिएन्टेस इम काना डी अकुकार ।।। कोन्टेडो डी न्यूट्रिएन्टिस इ डिस्ट्रीब्यूको राडिकुलर नो सोलो। पेस्क्व. एग्रोपेकुरीया ब्रास (ब्रासीला) **22** (4) : 425-431.

सैम्पाओ, ई.वी.एस.बी., सेल्सीडो, आई.एच., विक्टोरिया, आर.एल. एण्ड ट्रिवेली, पी.सी. (1988) रीडीस्ट्रीब्यूशन आफ नाइट्रोजन रिजर्व्स आफ[15] एन इनरिच्ड स्टेम कटिंग एण्ड डाईनाइट्रोजन फिक्स्ड बाई 90 डेज ओल्ड सुगरकेन प्लान्ट्स। प्लान्ट एण्ड स्वायंल. 108, 275-279.

सामुएल्स, जी. (1959) : दी इन्फ्लुएन्स आफ एज आफ केन आन दीलीफ न्यूट्रिएन्ट (एन–पी– के) कन्टेन्ट। प्रौस. इन्ट. सोस. सुगरकेन टैक्नोल.**10** 508-514.

सामुएल्स, जी, (1969): फोलियर डाइग्नोसिस फर सुगरकेन। एडम्स प्रेस. सीकागो 362 पेज.

सामुएल्स, जी. एण्ड लैड्राउ जर. पी. (1952) : दी रिस्पान्स आफ सुगरकेन टू फर्टिलाइजर। दि साइकिल 1944-1950। जे.एग्री. युनिभ. प्युटिरीको **36** (3) : 203-229.

सामुएल्स, जी, एण्ड लैण्ड्राउ जर., पी. (1956): दि सुक्रोज कन्टेन्ट आफ सुगरकेन एज इन्फ्लुएन्सड बाई फर्टिलाइजर। 9थ कांग्र. इन्थ. सोस. टेक्नोलाजिस्ट (न्युडेल्ही) वाल. 1 : 365-374.

सामुएल्स, जी. एण्ड कैपो, आर.जी. (1956) रिसर्च विद सुगरकेन फर्टिलाइजरस इन पुइर्टोरिको 1910-54/यूनि. आफ पुइर्टीरिको एग्री. इक्सपे. स्टे. टेक्न. पेपर 16. रीयो पीड्रास, 104 पेजे. ,

सेन्चेज, पी.ए. (1976) प्रापर्टीज एण्ड मैनेजमेन्ट आफ स्वायल टू दी ट्रापिक्स। जोइनवीली एण्ड सन्स, न्यूयार्क, लन्दन, सिडनी, टोरोन्टो 618 पेज.

संतोष, एम.ए.सी., एण्ड सोब्रल. ए.एफ. (1980) : कैलीब्रशन आफ कापर इन सुगरकेन इन नार्थ इस्ट ब्राजील। 17थ कांग्रेस इन्ट. सोस. सुगरकेन टेक्नोलाजिस्ट (मैनिला)। प्रोस वालूम 1, पेज 411-420.

संतोष, एम.ए.सी., सोब्रल, ए.एफ.वीडरोस, ए.पी. वेलोट, ए.एफ. जे. (1977) न्यूट्रिको मिनरल डा काना डा अनुकर। डिटर्मिनैको डा अडुवैको नाइट्रोजेनाडा श्पेला एनालाइज डी फोल्हास इ इन्टरनोडीस। प्लानान्सुकर कोआर्ड. रीज. नार्टे. बाल. टेक. 3,32 पेज.

स्रोइडर, वी.एल., वुड, आर.ए., मेयर, जे.एच. (1993) : फोलियर एनालिसिस इन साउथ अफ्रीका सुगर इन्डट्री फर डाएग्नोस्टिक एण्ड न्यूट्रिएंट ट्रेन्ड पर्पजेज। इन : प्लाण्ट न्यूट ृशन फ्राम जेनेटिक इन्जीनियरिग टू फिल्ड प्रेक्टिसेज। पी299-302, एन.जे. वैरो, इड. क्लूवर एकेडेमिक पब्लीसर।

सेरा, जी.ई. स्टूपीलो, जे.पी. एण्ड पीन्हो, एस. जेड. (1974) इफीटोडा एडुवैको फोस्फोटाडा साब्रे ओ री ओर डी फासफोरो डो काल्डो डा काना डी अकुकार। बासिल अकुकारिरो (रीयोडी जेनिरो) 84 : 372-392.

सेनवर्ग, आई. सुमनर, एम.ई., मीलर डब्लू.पी., फेरिना, एम.पी. डब्लू. पवन, एम.ए.एण्ड फे. एम. वी. (1989) : यूज आफ जिप्सम आन स्वायल – ऐरिव्यू एडवान्सेज इन स्वायल साइन्स 9: 2-103.

सिल्वा, एफ.सी. एण्ड वासो, के.एल.सी. (1993) : अवेलिकाओ डा एक्टीमीडाडे इन वीवो डा फास्फोटासे एसिडा डा फौल्हा ना डाएग्नोज डा न्यूट्रिको फोस्फोरिका इम काना–डी एकुकारं आर.ब्रास. सी. सोलो (कैम्पिनास)17, 371-375.

सिल्वा, जी.एम.ए. (1983) इन्फ्लुएन्सिया डा एडुकैवोना क्वालिडाडा डा काना डी अकुकार। इन न्युट्रिकाओ इ एडुवैको डा काना डी एकुकार नो ब्रासिल पी. 317-332 जे. ओरलैण्डो, एफ. कोआर्ड. प्लानासुकार, पीरासीकाबा 368 पेज,

सोब्रल, ए.एफ. एण्ड बेबर, एच (1983) : न्यूट्रिको मिनरल डा काना डी अकुकार (माइक्रोन्यूट्रिएन्ट्स) : इनः न्यूट्रिको इ एडुवैको डा काना–डी– एकुकार नो ब्रासिल पी. 103-122। जे. ओरलैण्डो फिल्हो, कोआर्डिनेटर, प्लानाल्सुकार, पीरासीकाबा 368 पेज.

सोउजा, डी. एफ. (1953) : ए अडुवैको वर्डे इ ओ प्रोब्लेमा डेस्सा प्रेक्टीका एग्रीकोला ना लावोरा कानाभीरा पाउलिस्टा, डी.एससी. एग्रि. थेसिस/ई.एस.ए. "लुइज डी क्वीरोज" युनिवर्सीटी आफ साओपालो पीरासीकाबा 47 पेज.

श्रीवास्तवा, एस.सी., मालवोल्टा, इ. एण्ड वुड, आर.ए. (1992) : सुगरकेन इनः आई.एफ. ए. वर्ल्ड फर्टिलाइजर यूज मैनुअल पी. १५७.२६६० डब्लू. बीचमैन, कोआर्डिनेटर, डी.जे.हालीडे एण्ड एम. ई. ट्रेन्केल, इडीट. इन्टरने. फर्टिलाइजर इन्ड. असोस. पेरिस 632 पेज.

स्टूपीलो, जे.पी., पेक्से, सी.ए., मोन्टेरियो एच. एण्ड सिल्वा, एल. एच. (1977) : इफीटोस डा एप्लीकाको डा विन्हाका कोमो फर्टिलीजान्टे ना क्वालीडैडे डी काना डी अकुकार। ब्रासिल अकुकैरिरो (रीओ डी जेनिरो) सेप्ट. 55-61.

टाकाहासी, डी.टी. (1959) : सिक्स इयर स्टडीज आन नाइट्रोजन युटिलाइजेशन बाई सुगरकेन प्लान्ट यूजिंग[15] एन एज ट्रेस./प्रोस 10थ कांग्रे. इन्टरनेशनल सोसाइटी सुगरकेन टेक्नोला. 377-390.

टीएक्सीरा, एन.टी. (1980) : कम्पोर्टमेन्टो डो नाइट्रोजिनों "सालुवेल" इम काना– सोका इम कोन्डिकोस एन डी कैम्पो इ इम वेरिडाडेसा डी काना डी अकुकार कल्टीवाडास इम सालुको न्यूट्रि का। पीएच. डी डीसर्टेशन। ई.एस.ए. "लुइज डी क्वीरोज" यू.एस. पी. पीरासीकाबा, 94 पेज.

टोलेडो, एफ.एफ. एण्ड नोभेस, आर. एफ. (1962) : काना डे अकुकारः एडुवाको नाइट्रोजिना इम कोवर्टरा। रेजल्टा डोस प्रीलीमीनर्स। रीव्यु। एग्रिक. (पीरासीकाबा) 37 (2) 107-112.

ट्रीवेलिन, पी.सी.ओ., कामार्गो, पी.बी, लाबार्डी, पी.एल., मोरिएस, एस.ओ., कैबेजास, डब्ल्यू. ए.आर.एल. एण्ड पल्होरेस, ए.एल. (1988) : डीनामीका डो एन डोस फर्टिलीजान्टेस यूरिया ([15]एन) इ एक्वामोनिया[15] एन इन कापोरोडास एओ सोलो नाक्ल्चरा डी काना डी

एकुकार। रिपोर्ट कोपरसुकार। एफ.ई.ए.एल.क्यू., सी.ई.एन.ए. पीरासीकाबा 84 पेज.

यूर्क्विगा, एस., क्रुज, के.एस.एच. एण्ड ब्रोडी, आर.एम. (1992) : नाइट्रोजन – 15 एण्ड नाइट्रोजन बैलेन्स इस्टिमेट्स। स्वायल साइन्स सोस. एम.जे. **56** : 105-114.

मार्ल्डिविया, वी.एस. टेलो, ए.एच. एण्ड पीन्ना, सी.जे. (1978) : इफेक्टो डीला एप्लीकासियन डेल नाइट्रोजिनो इन इल कल्टिवो डी काना एच 32 – 8560। इन्फ्लुएन्सिया डी लास डोसीस क्रीसीन्टेस इन इल रेन्डीमिण्टो कैलिडाड वाई न्यूट्रिएन्टस एसी कोमो इन सु वेरीएसन कोन ला इडाडा। सैकेरम (ट्रजीलो) **6** (2) : 146-176. (क्वोटेड बाई सिल्वा 1983).

विलेगास, आर. (1994) : कन्सीडरेशन्स आन स्वायल फर्टीलीटी एसेसमेण्ट एण्ड फर्टिलाइजर यूजेज इन सुगरकेन एग्रिकल्चर इन लैटिन अमेरिका। 15थ वर्ल्ड कांग्रेस आफ स्वायल साइंस (एकोपुल्को)। ट्रान्स वाल. 7ए 373-381.

वेन्ग, टी.एच. एण्ड ली, एस.डब्लू. (1992) : नाइट्रोजन मिनरलाइजेशन पोटेसियल एण्ड रेट इन स्वायल। टेवान सुकर (टैपी) **39** (3) : 8-11.

वेन्ग, टी.अच. चैन, वाई वाई. एण्ड ली, एस. डब्लू. (1993) : दीमोद आफ फर्टिलाइजर नाइट्रोजन अपटेक आफ सुगरकेन। टैवान सुगर (टैपी)40(2) : 8-11.

वुड, आर.ए. (1987): दी बेसिस आफ फर्टिलाइजर रिकमेण्डेसन फार दी साउथ अफ्रीकन सुगर इन्डस्ट्रीज। सुगरकेन**2,** 10-15.

वुड. टी. (1993) कैल्सियम मैगनीसीयम, सल्फर, इन सुगरकेन प्रोडेक्शन। दी साउथ अफ्रीकन सुगर जे. (डुर्वान), **77** (3) : 72-81.

वुट्के, ए. सी.पी. एण्ड अल्वारेज, आर. (1968) : रेस्टोरैको डो सोलो पैरा ए कल्चरा डा काना डी अकुकार ।।। पेरिडो 1958-61 ई कन्सीडरेकोस जेरिस। ब्रागान्टिया (कैम्पीनास) 27(18): 201-217.

वुट्के, ए.सी.पी., अल्वारेज, आर. गार्गान्टिनी, एच. एण्ड अरूडा एच.वी. (1960) : रेस्टाराको डो सोलो पैरा ए कल्चरा डा काना डी एकूकार ।। पीरिडो 1956-58. ब्रागन्टिया (कैम्पीनास) **19** (43) : 675-687.

यादव, डी.वी. एण्ड सिंह के. (1988) : लाइम इन्ड्यूस्ड आयरन क्लोरोसिस इन सुगरकेन फर्टिलाइजर रिस. (डोर्डेच्ट) **16** : 119-136.

यामाडा, टी (1992) : मैक्सिमम इल्ड रिसर्च एण्ड मैक्सिमम एकोनोमिक इल्ड रेजल्ट्स इन ब्राजील। प्रोस. थर्ड इन्टरने. सिम्पो. आन मैक्मिम इल्ड रिसर्च (वीजिंग) 173-184.

जैम्बेलो जर., ई. (1979) : एप्लीकाको डो सिस्टेमा इंटिग्रेडो डे डाएगनोज इ रिकमेन्डाको पैरा डिफरेन्टिस सोलोस इ इपोकास डी एमोस्ट्रेजेम फोलियर एम सोक्वीरास डी काना डी अकुकार। एम. एससी. डिसर्टेशन, ई.एस.ए "लुइज डे क्वीरोज" युनिवर्सीटी आफ साओ पालो पीरासीकाबा 72 पेज.

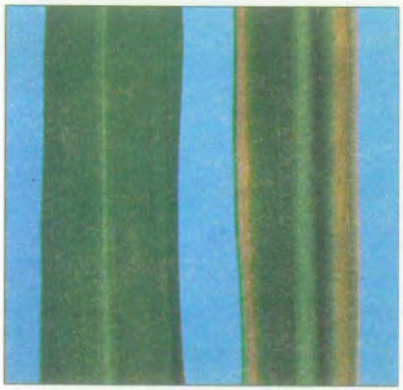
जैम्बेलो जर., ई. एण्ड ओरलैण्डो फिल्हो जे. (1981) एडुवैको डा काना डा अकुकार नारिजसिओ सेन्ट्रो सुल डो ब्रासिल। प्लानाल्सुकार, बोल. **3** (3) 1-26.

10. परिशिष्ट

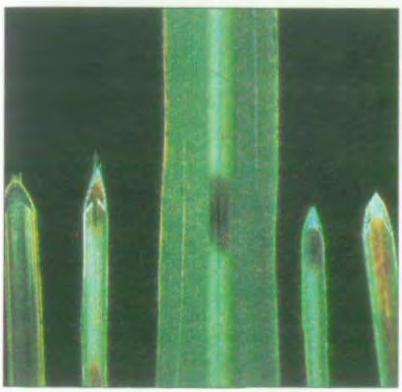
खनिज तत्वों के अभाव के दृष्टिगत लक्षण

चित्रांकन–पत्रक संख्या. 1:
नत्रजन कमी वाले थान : कमजोर पौधों में वृद्धि और किल्ले निकलना. पतला वृंत। पत्तियां हल्की हरी, पुरानी पत्तियाँ प्रबल रूप से प्रभावित और नीचे से मरती जाती हैं।
(स्रोत : डा. जे. ओरलैण्डो एफ, यू.एफ एस.सी.ए. आर., अरारस, एस, पी, ब्राजील)

चित्रांकन– पत्रक संख्या 2:
सामने खेत में : फासफोरस विहीन प्लान्टः अभिवृद्धि रूका हुआ (छोटा) गन्ना, कम किल्ले निकला हुआ, पुरानी पत्तियों का बेरंगापन लालीपन लिए हुए। लालपन युक्त– बैगनी नील लोहित।
(स्रोत : डा. जी. ए. सी. अल्बूक्वेर्क्वे, प्यलानान्सुकर, मैसिओ, ए. एल. ब्राजील)



चित्रांकन–पत्रक सं. 3 :
दाहिने तरफ पोटैशियम की कमी वाली पत्ती (पुरानी पत्तियां प्रभावित होती हैं। हरिमाहीन और परिगलित (उत्तकक्षयी) घाव (धब्बे) नोक पर और किनारों पर नीचे से ऊपर तक
(स्रोतः डा. जे. आरलैण्डो एफ°.)



चित्रांकन–पत्रक संख्या 4:
मध्य शिरा के ऊपरी सतह के लाल बेरंगापन पोटेसियम की कमी के कारण–
(स्रोत : डा. जे. ओरलैण्डों एफ°.)

चित्रांकन– पत्रक संख्या 5:
मैगनीशियम की कमी वाला थान, पुरानी पत्तियां प्रभावित होती हैं। हरिमाहीन दाग (धब्बा) नसों के बीच में, पीली धारियां बदलती हैं लाल उत्तकक्षयी घाव (धब्बा) में जो नोक और किनारे से शुरू होकर पुरानी पत्तियों का रस्टी (लोह के जंग का रंग) रूप देती हैं।
(स्रोत : डा. एम. ए. सी. संतोस, प्लानाल्सुकर, रिसाइफे, परनाम्बुको, ब्राजील)

चित्रांकन पत्रक संख्या 6 :
सल्फर की कमी वाली पत्ती (नीचे) नयी पत्तियां एक समान हरिमाहीन।
(स्रोत सल्फर इन्स्टीटयूट वाशिंगटन, डी. सी., यू.एस.ए.)

चित्रांकन पत्रक संख्या 7 :
प्रचंड जिंक की कमी, बावग फसल के खेत में : वृद्धि और किल्ले निकलने घट जाते है। पतला वृंत और छोटा पर्व, नई और अपरिपक्व पत्तियां प्रभावित होती हैं विभिन्न श्रेणी की हरिमहीनता से, किन्तु मुरझाना और ऊपर से मरना नहीं होता।
(स्रोतः डा. डब्ल्यू. मैइवाम, इन्टरनेशनल पोटास इन्स्टीट्यूट)

चित्रांकन पत्रक संख्या 8 :
प्रचंड कापर (तांबा) की कमी गन्ने की फसल के खेत में प्रबल वृद्धि रूकावट; पत्तियां (नई) हरिमाहीन, मुरझाई और पीछे से मर जाती हैं।
(स्रोत : एस.सी.फरनाडिस, यू.एफ°. परनाम्बुको, रेसीफ, पीई, ब्राजील)

चित्रांकन पत्रक संख्या 9 :
बावग फसल में आइरन (लोहा) की कमी (दाहिने तरफ) (बाये तरफ : प्रजाति कम संवेदनशील निम्न आयरन की पूर्ति पर; नई पत्तियां पहले प्रभावित होती हैं; विभिन्न श्रेणी की हरिमाहीनता; पूरा पौधा हरिमहीन हो सकता है।
(स्रोत : डा. डब्ल्यू. माईबाम, इन्टरनेशनल पोटैस इन्स्टीट्यूट)

चित्रांकन पत्रक संख्या 10 :
बोरान की कमी वाला पौधा; नई पत्तियां प्रभावित होती हैं, हरिमाहीनता नोक पर जो शीघ्र उत्तकक्षयी हो जाता है।