

Közép-amerikai talajtani problémák és gyakorlati vonatkozásaik

Közép-Amerika országai azáltal, hogy két óceánnal határosak és nagyok a magaslati különbségeik, eltérő éghajlati sajátosságokat mutatnak. A leggyakoribb szelek az Atlanti-óceánról jönnek, tehát kelet-délkeleti irányból. Amikor ezek a hűvös tengeri szelek a meleg szárazföld felett felemelkednek a hegyoldalakon, a nedvességük jó részét elvesztik, és emiatt Közép-Amerika keleti partvidéke általában nedves. Az évi csapadék mennyisége eléggé változó, 1500—7500 mm között van. Ahol meghaladja az évi 4000 mm-t, ott csak öserdők léteznek, földművelést nem lehet folytatni.

Közép-Amerika „közepén” az Andok hegyláncra húzódik végig. Azon a vidéken él a lakosság nagy része, és ott lakott már a spanyolok előtti időkben is, mivel a klímája a legkedvezőbb.

Északról délre haladva, Guatemalával kezdődik Közép-Amerika. Ez az ország Magyarországnál kicsit nagyobb (108 900 km²), és népessége meghaladja a 7 milliót. A lakosság több mint 55%-a mezőgazdasággal foglalkozik. A FAO adatai szerint kb. 15 000 km² a mezőgazdasági terület. A legfontosabb a kávétermelés. Ahogy illik a kukorica hazájához, Guatemala sok kukoricát termel (850 000 t), exportra is jut belőle. Ez a termés igen fontos az élelmezésben, mivel az indiánok fő tápláléka legalábbis 3—4 ezer év óta. A bab, ami ugyancsak eredeti ősi növény Guatemalában, és a gyapot szintén fő mezőgazdasági termékük. A banántermelés visszaesett, mivel a világpiacon már jó pár éve túlkínálat van belőle.

Guatemalától délnyugatra fekszik El Salvador, a legkisebb közép-amerikai ország, aminek 25 000 km² területén majdnem 5 millió ember lakik. A lakosság több mint 50%-a foglalkozik földműveléssel, bár a területnek 1/3-a művelhető csak. Kis területe ellenére El Salvador termeli a legtöbb kávé Közép-Amerikában, és a második helyen áll a hektáronkénti kávétermelésben. Ugyancsak sok kukoricát és babot termelnek, ezek a lakosság fő élelmiszerei. El Salvadorban kevés az erdő, kb. a terület 10%-a. Az ország 1/3-át legelőként hasznosítják; ezek a területek túl dombosak mezőgazdasági művelésre, és túl melegek a kávétermeléshez. A gyapottermelés szintén elég fontos, ezen a téren El Salvador a harmadik helyen áll Közép-Amerikában. A gyapotot az országban dolgozzák fel, a salvadori textilipar jó hírnévnek örvend külföldön is. Ez az egyetlen közép-amerikai állam, ami csak a Csendes-óceánnal határos. Az ország nehéz problémái közismertek.

El Salvadortól nyugatra és délre fekszik Közép-Amerika második legnagyobb országa, Honduras (112 100 km²). A népessége csak kb. 3,5 millió. Annak ellenére, hogy a lakosság 63%-a mezőgazdasággal foglalkozik, a területnek csupán valamivel több mint 10%-án folyik mezőgazdasági termelés. Az országnak mintegy kétharmada erdő (jó része tülevelű erdő, főképp az igen szegény talajokon, ahol más erdőtípus nem tud megélni), kb. egyötöde legelő, de ennek ellenére a hústermelésben csak az utolsó előtti helyen áll közép-amerikai viszonylatban, mivel igen primitív az állattartás. Honduras a világ legfontosabb banántermelői közé tartozik, az Atlanti-óceán partján összpontosulnak a banánültetvények.

Hondurastól délre van Közép-Amerika legnagyobb országa, Nicaragua (150 000 km²). A lakosság száma kb. 2,7 millió. Az egészségügyi viszonyok az utóbbi években lényegesen

megjavultak, aminek következtében a népesség gyorsan nő. A területnek szinte a fele erdő, főképpen az Atlanti-óceán partvidékén, ami igen nedves éghajlata miatt földművelésre nem alkalmas. A legelők az országnak kb. 20%-át teszik ki, ezért Nicaragua a legjelentősebb hústermelő az államok között. A hús legnagyobb részét az országban használják fel. A gyapot- és kukoricatermelés szintén fontos, ezeknek jó része exportra kerül. A mezőgazdasági vidékek az ország közepén és a Csendes-óceán partvidékén vannak. A kávé és a banánt főleg exportra termelik. A lakosság kb. 44%-a foglalkozik mezőgazdasággal, de a termelés modernizálásának eredményeként ez a szám mindinkább csökken.

Nicaraguától délre terül el Közép-Amerika második legkisebb országa, Costa Rica (50 700 km²). A lakosság kb. 2,5 millió, ennek 35%-a foglalkozik mezőgazdasággal. Az országnak kb. a felét erdők borítják, de a területük csökken, mivel a helyüket legelők foglalják el. Az országnak kb. 1/10 része alkalmas mezőgazdasági művelésre, a legelők kb. 1/3 részt vesznek igénybe. Costa Rica jelentős banántermelő ország, 1981-ben a világranglista második helyét foglalta el. A kávétermelés szintén nagyon fontos, és az erősen intenzív termelés miatt a hektáronkénti hozam igen magas.

Közép-Amerika legdélibb országa Panama (77 000 km²), 1,9 millió lakossal. Több mint a felét erdők borítják, és a földeknek csak 8%-át használják mezőgazdasági célokra. A mezőgazdasági termelés nagy része az ország északi részében koncentrálódik, mivel ott jobb az éghajlati és talajtani feltételek. A lakosság 35%-a foglalkozik mezőgazdasággal. A legfontosabb termények a banán és a rizs, az első exportra, az utóbbi főképp belföldi fogyasztásra. Panamában elég sok cukrot is termelnek, és jó minőségű rumot gyártanak, főleg kiviteli célokra.

A talajok tápanyagtartalma

Nitrogén — Két-három évvel az öserdő kiirtása után a talajok szerves anyaga lebomlik, és nitrogén alkalmazása szükséges, kivéve az Andisolokon, amelyeknek igen magas a szervesanyag-tartalma (56 talaj átlagában a szerves C-tartalom 3,1% [7]). A szerves anyag lebomlása azonban igen lassú, mert az allofán nagy és aktív felülete lelassítja a mineralizációhoz vezető reakciókat [1, 4, 22]. Mind Costa Rica-i, mind új-zélandi kutatások kimutatták, hogy az Andisolokban a N-tartalmú anyagok lebomlása fordítottan arányos a talaj százalékos allofánmennyiségével [4]. Ezáltal az a rendkívüli helyzet áll elő, hogy olyan talajon, amelynek szerves anyagában több ezer kg nitrogén van, a jó terméseredmények eléréséhez feltétlenül szükséges a nitrogén alkalmazása. Gabonatermesztés (rizs, kukorica) esetében kb. 50—100 kg, míg kávénál kb. 200 kg/ha nitrogént adagolnak évente. A legnagyobb N-feltevő a banán, ami általában évi 400 kg N/ha hatóanyagot igényel. A cukornád a növekedési periódus elején általában 50—100 kg/ha nitrogént kap. A szállítási nehézségek elkerülésére a legkoncentráltabb N-formák — ammónium-nitrát és karbamid — a leghasználatosabbak.

El Salvadorban ammónium-szulfát-gyár működik, azért ott ezt a N-műtrágyát használják, ami helyenként a talaj igen erős elsavanyodásához vezetett. Tíz évi alkalmazás után gyakorivá váltak a 3,8—4 közötti pH_{KCl}-értékek. Mivel a talajok P-hiányban szenvednek, a fás szárú pillangósok gyökérzete a nitrogént nehezen köti meg. A nitrifikáló baktériumok életműködéséhez szükséges foszfort P-műtrágyázással lehet biztosítani.

Az alluviális talajokon intenzív mezőgazdasági művelés folyik. A mállás nem tartott hosszú időn keresztül, ezért e talajok gazdagok elsődleges ásványokban. A N-tartalmuk igen változó, és főképp a megművelési előtörténetüktől függ. N-műtrágyázásnál nagy a N-vesztesség, mivel az intenzív esőzés miatt igen erős a talajok kimosódása. Újabban eredményes kísérletek folynak egy, a nitrifikációt késleltető szerrel, a dician-diamiddal, ami idővel átváltozik karbamiddá. Természetesen ha lehet, a nitrogént megosztva alkalmazzák, figyelembe véve a növények változó N-szükségletét a vegetációs periódus folyamán.

A Csendes-óceán partvidékén, ahol szárazabb az éghajlat, nagy területeket vontak mezőgazdasági művelésbe. A talajok pH-ja elég magas (7—8 $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) és meglehetősen nagy a N-vesztés. Ezt főleg a denitrifikáció okozza, amihez kedvező feltételeket teremt a talajok viszonylag magas szervesanyag-tartalma. A vizek NO_3 -szennyeződése nem gyakori; főleg olyan helyeken jelentkezik, ahol a marhatrágyát nem kezelik gondosan. Japán és Costa Rica-i adatok szerint a vulkáni eredetű talajok NH_4 -megkötése eléri a 200 kg N/ha értéket [10, 19].

Foszfor — Növénytermesztési szempontból a nitrogén után a foszfor a legszükségesebb elem, és ha a talaj P-készlete nem kielégítő, az gátolja az optimális terméseredmények elérését [14, 16]. A kísérletek azt mutatják, hogy az összes P-tartalom nagy része szerves formában van jelen a talajokban [3]. Ez különösen fontos az Andisoloknál, amelyekben sokszor az összes foszfornak több mint 2/3-a szerves foszfor. Hasonlóan a nitrogénhez, a szerves foszfor is lassan alakul át felvehető szervetlen P-formává. Igen komoly probléma a foszfor különböző erősségű megkötése a talajokban, ami igen sok foszfort von ki a forgalomból az Andisolok, az Ultisolok és az Oxisolok esetében [2, 8]. Ezt a foszfort a gyorsan fejlődő növények kevésbé tudják hasznosítani. Újabb adatok azt mutatják, hogy az évelő növények (pl. a kávécserje) a kötött foszfor egy részét felhasználhatják. Andisoloknál a talaj P-készletének 95%-a is erősen kötött formába kerülhet. Közép-Amerikában általában elég kevés olyan öreg talaj van, amelynek P-megkötő képessége rosszabb, mint a Karib-tenger nagy szigetein, pl. Kubában, vagy Puerto Ricóban. A talaj különböző P-frakciói közül az Al- és a Fe-foszfatok a legfontosabbak [8]. Tenyészedény-kísérletek szerint Ultisolokon — amelyek főképpen az Atlanti-óceán partvidékén találhatók — feltétlenül szükséges a P-műtrágyázás [16]. A legújabb nézetek szerint a foszfort megkötő talajokon egy elég nagy, de nem feltöltő mennyiség alkalmazása célszerű: az első alkalommal 500—800 kg P_2O_5 /ha, azután évenként 30—50 kg P_2O_5 /ha hatóanyag [21]. Ezek a talajok savanyúak, és a meszezés sem segíti elő a jobb P-felvételt. A talajok különbözősége miatt igen eltérő P-mennyiségeket használnak, leginkább hármas szuperfoszfát és ammónium-foszfat formájában, mivel ezeknek a legmagasabb a hatóanyag-tartalma. Az utak egy része nagyon rossz, ezért — az alacsonyabb szállítási költségek miatt — a koncentráltabb műtrágyák alkalmazása gazdaságosabb.

A mennyiségi felhasználás igen változatos az egyes növényfajtákra vetítve. Az exporttermékek, mint pl. a banán és kávé kapják a felhasznált műtrágya nagy részét, kb. 80%-át. A többi mezőgazdasági növénynek sokkal több műtrágyára volna szüksége, mint amennyit Rápnak, a műtrágyaárak emelkedése azonban erősen gátló tényezőt jelent. Ennek ellenére emelkedik a műtrágya-felhasználás azokban az országokban, ahol a rendezett viszonyok ezt megengedik, mint pl. Hondurasban, Nicaraguában, Costa Ricában és Panamában. A keletkező istállótrágya mennyisége nem nagyon magas, és mivel a szállítás drága, gyakran nem gazdaságos a felhasználása.

Kén — Mivel az új vulkánikus hamu elég sok szulfátot tartalmaz, az Andisolok S-készlete rendszerint elegendő. Ez az anion azonban idővel kimosódik a talajokból, és a tengerparti síkságon több helyen szulfáthiányt állapítottak meg. El Salvadorban megfigyelték, hogy a nagyadagú P-műtrágyázás S-hiányhoz vezetett. Ugyanis az erősebben kötött foszfát kiszorította a helyéről a szulfátot, és ezáltal mesterséges hiányt idézett elő. Ez a hiány különösen jelentős az A-szintben és főképp a talaj legfelsőbb rétegében. Nagy agyagtartalmú talajokban az agyag adszorbeálja a szulfátot — nagyrészt a vas- és alumínium-oxidok és -hidroxidok felületén —, és magas szulfátkoncentráció lép fel. Tenyészedény-kísérletek S-hiányt mutattak ki elég sok talajban [20].

El Salvadorban, Costa Ricában, Hondurasban és Nicaraguának csendes-óceáni részén elég magas a talajok S-tartalma, melynek kb. a fele szerves kénként van jelen [5]. Gyakran megfigyelték, hogy miután a talajok N- és P-készletét a megfelelő szintre emelték, a S-hiány vált a legfontosabb problémává. Jó eredményeket értek el a banánültetvények és a legelők S-trágyázásával. El Salvadorban a kávéültetvényeket is kénrel kellett ellátni a nagyadagú P-

trágyázást követően. Ujabbán a leggyakrabban használt S-műtrágya az ammónium-szulfát, míg a banánültetvényeken kálium-szulfátot alkalmaznak. A gyakorlatban valószínűleg sokkal kevesebb ként használnak fel, mint amennyi szükséges lenne az optimális minőségű és mennyiségű termés eléréséhez.

Kálium — A közép-amerikai talajok K-tartalma igen eltérő [17]. Ebben meghatározó szerepet játszanak az éghajlati viszonyok, amelyek befolyásolják a kálium kimosódását, valamint a talajok elsődleges ásványainak milyensége. A vulkanikus eredetű talajok nagy része gazdag elsődleges káliásványokban, tehát eredetileg is jól el van látva káliummal. Kivételt képeznek az El Salvador-i és guatemalai világosszürke, nagy Si-tartalmú vulkanikus talajok, amelyek K-készlete igen alacsony. Az Andisolok kicserélhető K-tartalma általában 100—1700 kg/ha, az öreg, kilúgzott talajoké (Latosolok) 50—600 kg/ha, az alluviális talajoké 350—950 kg/ha [17, 18].

K-hiány gyakrabban jelentkezik a nedves atlanti-óceáni, mint a száraz csendes-óceáni partvidéken. Mivel sok trópusi növény — pl. az olajpálma és a banán — K-igénye magas, jelentős mennyiségű K-műtrágyát használnak fel, főképpen az exportterményekre. A kávé esetében a vizsgálatok ritkán mutatnak K-hiányt. A guatemalai és Costa Rica-i hegyvidékeken, ahol a tejtermelés fontos, a legelőket is komplett műtrágyákkal kezelik, és az erősen fejlődő kertészetekben szintén sok káliumot használnak fel. Ez egyrészt a lakosság jobb ellátása szempontjából fontos, másrészt a nagyobb mértékű export növeli a valutabevételt. Mivel a kálium jelentősen befolyásolja a mezőgazdasági és kertészeti termékek minőségét, nő a minőségi ellenőrzés jelentősége, és ez tovább ösztönzi a nagyobb mértékű K-műtrágyázást.

Kalcium — Közép-Amerikában a legtöbb talaj megfelelően el van látva ezzel az elemmel. Csak a legkilúgzottabb és legsavanyúbb talajokon észlelhető Ca-hiány. Savanyú talajok főként az Andok vonulata és az Atlanti-óceán közötti részen fordulnak elő, bár elég gyakoriak másutt is; a talajsavanyúságot meszezéssel csökkentik. Meszezés előtt elsősorban a talaj kicserélhető savanyúságát állapítják meg, mivel ez mutatja a talaj Al-tartalmát, ami igen nagy hatással van a termelésre. Bár sok trópusi növény, pl. a kávé, elég jól bírja a savanyú talajokat, mások — pl. a rizs, a kukorica és a bab — jobban termeszthetők nagyon alacsony Al-tartalmú talajokon. A gyakorlat megmutatta, hogy ha egy talaj $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ -értéke 5,5 felett van, nincsen jelentős oldható vagy kicserélhető Al-tartalma, ezért nincs szükség meszezésre. Ha a talaj pH-ja 5 alatt van, akkor nagy a mészigénye. Mivel Közép-Amerika kevésbé iparosodott, a savanyú talajok javítása örölt mészkövel történik. Guatemalában előfordul dolomit típusú kőzet is, és ott azt alkalmazzák, bár a keménysége miatt nehezebben örölhető. A felhasználása azért gazdaságos, mert a guatemalai talajok Mg-készlete gyakran nem kielégítő, és a dolomit azt a problémát is megoldja.

A meszezés különbözően hat a P-hasznosulásra. Amíg az öreg, erősen kilúgzott talajokban a hatása általában igen pozitív, az alluviális talajokban a P-hasznosulást sokszor csökkenti [12].

Magnézium — A fiatal vulkanikus talajok általában szegények magnéziumban. Amilyen mértékben ezek a talajok öregednek, és átalakulnak Andisolokból Ultisolokká, viszonylagos Mg-tartalmuk nő a nagyobb kationkicserélő kapacitás (T-érték) következtében [15]. A gyakori nagy K- és Ca-tartalom is nehezíti a Mg-felvételt, és így azoknál a növényeknél, amelyeknek nagy a Mg-szükségletük (pl. kávé, narancsfák és hasonlók), rendszerint magnéziumot is tartalmazó műtrágyakeveréket juttatnak ki. Sokszor alkalmaznak Mg-levéltrágyázást $[\text{Mg}(\text{NO}_3)_2]$ a kávénál.

A száraz vidékeken, főképpen a Csendes-óceán partvidékén a talajok nincsenek kilúgozva, nem vesztették el a kicserélhető kationjaikat, ezért a Mg-ellátottságuk megfelelő.

Bór — Közép-Amerikában általában — a többé-kevésbé korszerű mezőgazdasági művelés miatt — gyakran nem kielégítő a talajok nyomelemtartalma. Ez különösen a kávétermelés, a kertészet és a gyümölcsstermelés területén tapasztalható. A leggyakoribbak a problémák a homokos, erősen kilúgzott talajokban, amelyeken igen hátrányosan befolyásolják a termés mennyiségét és minőségét.

A kávénak és sok kertészeti terméknek (főképp a keresztes virágúaknak és a narancsféléknek) magas a B-szükséglete. Megfelelő B-ellátottság nélkül a termés alacsony és gyenge minőségű. Ez elég gyakori probléma, ami mind talaj-, mind levélanalízis útján jól kimutatható, és elég könnyen és nem túl költségesen orvosolható. Sok vidéken, Costa Ricában és Guatamala egyes részein a kávéültetvények számára készített műtrágyák általában a nitrogénen, foszforon és káliumon kívül magnéziumot és bórt is tartalmaznak. A talaj B-tartalmát normális szintre lehet emelni, bár ez bizonyos időbe telik, mivel sok talajban az összes B-tartalom nagy része a szerves anyagban van. Ez magyarázza meg, miért ritka a nyomelemhiány azokban a talajokban, amelyeknek magas a szervesanyag-tartalma, minthogy annak lebomlása során bór szabadul fel a növények számára.

Molibdén — Mivel a molibdén főképpen a nagyon öreg talajokban szokott problémát jelenteni, és ezek igen ritkán fordulnak elő Közép-Amerikában, tudtommal még nem mutattak ki sehol Mo-hiányt.

Cink — Ez az elem gyorsan kimosódik a talajokból, és így gyakran tapasztalni Zn-hiányt Közép-Amerikában. A magas pH-jú, meszes talajokban a cink felvehetősége kicsi, de ez a probléma levéltrágyázással megoldható. A savanyú talajokból a cink kimosódik, és így egész egyszerűen nincs elég belőle, a problémát tehát nem a rossz felvehetőség okozza. Mint a legújabb kutatási eredmények mutatják, a savanyú, foszfort megkötő talajokban a foszfor-cink kölcsönhatással nincs probléma. Valószínűleg azért, mert a foszfor olyan erősen van kötve ezekben a talajokban, hogy a talajoldat foszfáttartalma igen alacsony, és így nem befolyásolja a cink viselkedését, még akkor sem, ha igen nagy foszfátmennyiségeket használnak. Fontos megjegyezni, hogy a növényvédelemre használt vegyszerek gyakran tartalmaznak cinket, ami elegendő lehet a növények szükségleteinek fedezésére [6]. Túl magas Zn-tartalmakat csak bányavidékek talajaiban mértek, de ilyenek nem fordulnak elő a szóban forgó területen.

Réz — Közép-Amerikában ritka a Cu-hiány, de gyakori probléma a Cu-toxicitás. Ez annak a következménye, hogy az ötvenes években — gombairtó szerként — igen nagy Cu-mennyiségeket használtak a bordói lében a banántermesztésnél. Mivel a réz nagyon kevésbé mozgékony a talajban, a felső 10 cm-es rétegben mérgező — 200—1000 ppm közötti — mennyiségekben halmozódott fel. A talajok természetes Cu-tartalma 5—10 ppm [13]. Ez sajnos sok ezer hektár földet tett tönkre Guatamala és Costa Rica banántermelő vidékein, amelyeket egyébként jól lehetne használni. A réz talajból történő eltávolítására folytatott kísérletek egyelőre nem eredményezték a probléma megfelelő megoldását.

Mangán — Ez az elem igen különböző mennyiségekben fordul elő a közép-amerikai talajokban. A nagy Mn-tartalom főleg az öreg, erősen savanyú talajokban gyakori, míg hiány mészkövön kialakult, magas pH-jú talajokban tapasztalható, valamint olyan helyeken, ahol a nagy esőzések miatt jelentős a kilúgzódás. Fontos itt arra emlékezni, hogy a növények Mn-szükséglete és -tűrése nemcsak a fajuktól, hanem a fajtáktól is függ. Így pl. a régi „Arabicá” kávéfajták rosszul, a modern fajták mint pl. a „Caturra” igen jól tűrik a nagy Mn-tartalmat. A permetezőszerek sokszor tartalmaznak mangánt, és ez gyakran elég arra, hogy fedezze a növények szükségleteit.

A talajanalízis jó tájékoztatást ad a Mn-helyzetről. A trópusi talajokban a mangánt könnyen redukálható formában mutatják ki, hidrocchinonos ammónium-acetát-oldattal. Mivel a Mn-felvehetősége erősen függ a talaj savanyúságától, a túl nagy Mn-tartalmakat általában könnyű meszezéssel csökkenteni. A legújabb adatok azt mutatják, hogy sok vulkáni talajban a mangán az agyagos részben halmozódik fel, és ott néha 1—2% található [1].

Vas — Bár sokszor a talajok összes Fe-tartalma >10%, előfordul Fe-hiány a növényekben, ha az elem felvehetősége kicsi. Sajnos a trópusi talajok Fe-tartalmának mérésére nem állnak rendelkezésre megbízható módszerek, így nincsenek pontos ismereteink a növények szükségletét biztosító koncentrációkról.

Irodalom

- [1] BIRREL, K. S. & FIELDS, M.: Allophane in volcanic ash soils. *J. Soil Sci.* **3**. 156—166. 1952.
- [2] BORNEMISZA, E. & FASSBENDER, H. W.: Uptake of fertilizer phosphate from nine soils from the humid tropics. *Agrochimica*. **14**. 259—268. 1970.
- [3] BORNEMISZA, E. & IGUE, K.: A comparison of three methods for determining organic phosphorus in Costa Rican soils. *Soil Sci.* **103**. 347—354. 1967.
- [4] BORNEMISZA, E. & PINEDA, R.: Minerales amorfos y mineralización de nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. IICA-FAO. Turrialba. Costa Rica. B 7.1—7.7 1969.
- [5] BURBANO, H. & BLASCO, M.: Suelos volcánicos de Nicaragua. II. Turrialba. **25**. 429—435. 1975.
- [6] CHOVERRI, B. A. & BORNEMISZA, E.: Interacción fósforo-zinc en el cultivo de la papa (*Solanum Tuberosum* L) en la zona de Pacayas. *Agron. Costar.* (Costa Rica) **1**. 83—92. 1977.
- [7] DIAZ-ROMEO, R., BALERDI, F. & FASSBENDER, H. W.: Contenido de materia orgánica y nitrógeno en suelos de América Central. Turrialba. **20**. 185—192. 1970.
- [8] FASSBENDER, H. W.: Deficiencia y fijación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas en América Central. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. IICA-FAO. Turrialba. Costa Rica. **10**. 1969.
- [9] FLORES, R. A., BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A.: Influencia de propiedades de suelos del Pacífico Sur de Costa Rica sobre su contenido de cationes. I. Manganeso intercambiable y soluble en reductos. Turrialba. **29**. 97—104. 1979.
- [10] GAMBOA, J. & BLASCO, M.: Dinámica de nitrógeno en el suelo después de cinco fertilizaciones consecutivas. Turrialba. **24**. 414—419. 1974.
- [11] LEGARDA, L. & FORSTHE, W.: Soil water and aeration and red bean production. II. Effect of soil aeration. Turrialba. **28**. 175—178. 1978.
- [12] LUCAS, L. N. & BLUE, W. G.: Effects of lime and phosphorus on selected alluvial entisols from Eastern Costa Rica. I. Phosphorus retention and soil phosphorus fractionation. *Trop. Agric. (Trinidad)* **49**. 287—295. 1972.
- [13] MANNIX, J. & RODRIGUEZ, R. M.: Estudio sobre la toxicidad de cobre acumulativo en los suelos del litoral Pacífico Sur de Costa Rica. In: 13. Reunión Anual de PCCMCA. 77—80. 1967.
- [14] MARTINI, J. A.: Caracterización del estado nutricional de los principales „latosoles” de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. Turrialba. **19**. 394—408. 1969.
- [15] MARTINI, J. A.: Geographic distribution and characteristics of volcanic ash soils of Central America. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. IICA-FAO. Turrialba. Costa Rica. A 5.1—5.17. 1969.
- [16] MARTINI, J. A. & JARAMILLO, L. R.: Soils derived from volcanic ash in Central America. 2. Soils more developed than Andepts. *Soil Sci.* **120**. 376—384. 1975.
- [17] MARTINI, J. A. & SUAREZ, A.: Potassium status of some Costa Rican latosols and andosols and their response to potassium fertilization under greenhouse conditions. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **39**. 74—80. 1975.
- [18] MARTINI, J. A. & SUAREZ, A.: Potassium supplying and fixing capacity of some Costa Rican latosols and andosols determined by successive cropping, extractions and incubations. *Soil Sci.* **123**. 37—47. 1977.
- [19] MIKAMI, D. T. & KANEHIRO, Y.: Native fixed ammonium in Hawaiian soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **32**. 481—489. 1968.
- [20] PÉREZ, A.: Evaluación del azufre disponible en algunos suelos agrícolas de Costa Rica. MS Tesis. IICA-CATIE. Turrialba. **68** (MINEO) 1974.
- [21] SÁNCHEZ, P. A. & UEHERE, G.: Management corrections for acid soils with high phosphorus fixation capacity. In: The role of phosphorus in agriculture. (Eds.: KHASAWNEH, F. E., SAMPH, E. C. & KAMPATH, E. J.) ASA, CSSA, SSSA Edition. Madison, Wisc. 471—514. 1980.
- [22] SWINDALE, L. D.: Propiedades de los suelos de cenizas volcánicas. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. IICA-FAO. Turrialba. Costa Rica. **9**. B 9. 1969.

BORNEMISZA ELEMÉR

Costa Rica-i Egyetem, San José (Costa Rica)

Érkezett: 1983. május 25.