

considerablemente la penetración de cationes y aniones monovalentes (LUTTGE Y LATIES (1966) citados por MARSCHNER (1986)

5. IMPORTANCIA AGRONOMICA Y LIMITACIONES DE LA FERTILIZACION FOLIAR:

El suelo es el componente esencial para cualquier sistema agrícola por tanto su adecuado manejo es vital para el crecimiento de los cultivos. En este contexto debido a el complejo de la reacciones químicas y el mal manejo de la fertilidad del suelo puede deteriorar la calidad del mismo y la reducción de las cosechas. Con el objetivo de maximizar el aprovechamiento de los nutrimentos y así evitar los factores que interfieren con ello, la fertilización foliar cumple un papel muy importante.

Teniendo en consideración que la recuperación o eficiencia de utilización de los nutrimentos vía suelo es "relativamente" baja, algunos autores consideran que el suministro de nutrimentos vía foliar es más el eficiente (ROSOLEM, 1984) sin embargo es difícil realizar conclusiones generales en virtud de que no existe suficiente información para ello. En este sentido la nutrición foliar debe ser mejor estudiada y utilizada con objetivos específicos.

BOARETTO Y ROSOLEM (1989) definen el abonamiento foliar bajo seis grandes categorías: La "Fertilización correctiva" es aquella en la cual se suministran elementos para superar deficiencias conspicuas, generalmente se realiza en un momento determinado y usualmente su efecto es de corta duración cuando las causas que la provocan no son corregidas. La "Fertilización preventiva" se realiza cuando se conoce que en determinado nutrimento es deficiente en el suelo y que a través del mismo su aplicación no es efectiva. Ejemplo de ello es la aplicación de cinc en café.

Dentro del concepto de abonamiento correctivo puede citarse la aplicación con nitrógeno para subsanar los efectos de tensiones ambientales como por ejemplo la incidencia de heladas de café y la recuperación de algodones afectados por granizos. (BOARETTO Y ROSOLEM, 1989) Por su parte SWIGTLIK et al 1982 Y SEGURA 1989) utilizaron con éxito la pulverización foliar con KCL para mantener una mayor regulación osmótica y reducir los daños de la deshidratación en manzana y café, respectivamente. Otra situación de fertilización preventiva consiste en la adición de sacarosa a soluciones concentradas de urea., en virtud de que este azúcar es un inhibidor de la actividad de la ureasa, indicando que los daños por urea son provocados por la rápida hidrólisis de la misma (HINSVARK et al 1953, BAREL y BLACK 1979)

La fertilización sustitutiva es aquella en la cual se pretende suplir las exigencias del cultivo exclusivamente por vía foliar, sin embargo debido a lo difícil de realizar estos estudios en el campo y a la inviabilidad económica de la misma, es poco probable su aplicación. Investigaciones realizadas por el Convenio ICAFE-MAG demuestran que con el uso de solamente fertilizantes foliares

(6 veces al año) sin abono al suelo, las plantas de café producen un 18% menos, en relación a los fertilizados al suelo.

La fertilización foliar complementaria consiste en aplicar una fracción del abono al suelo y otra al follaje, generalmente en esta última se incluyen los micronutrientes. Este es el tipo de uso convencional en el cultivo del café. En este cultivo recientemente se ha cuestionado la efectividad de la pulverización con urea en las dosis y frecuencias utilizadas en el país y bajo condiciones de una razonable fertilización nitrógenada al suelo, tanto en almácigos como en producción. Resultados semejantes en relación a materia seca total y sobre el tenor foliar nitrógeno y de clorofila son señalados por MENDEZ et al, VAZQUEZ y NEPTUNE (1977), RENA (1989), SEGURA (1990) Y RODRIGUEZ (1993).

La "fertilización foliar complementaria en el estado reproductivo" puede realizarse en aquellos cultivos anuales en los cuales durante la floración y llenado de semillas, la fuerza metabólica ocasionada por ellos, hace que se reduzca la actividad radicular lo suficiente como para limitar la absorción de iones requeridos por la planta. (GRAY Y AKIN, KANNAN 1986, BOARETTO Y ROSOLEM 1989).

La "fertilización foliar estimulante" consiste en la aplicación de formulaciones con N-P-K en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis pero en proporciones apropiadas fisiológicamente equilibradas, las cuales inducen un efecto estimulatorio sobre la absorción radicular. Este tipo de abonamiento es recomendado para plantaciones de alta productividad, de una buena nutrición y sin problemas nutricionales, generalmente se realiza en periodos de gran demanda nutricional o en períodos de tensiones hídricas. (ROSOLEM, 1984)

6. IMPLICACIONES ECOLOGICAS DE LA ABSORCION FOLIAR:

Las estomas son vía de intercambio gaseoso (O_2 Y CO_2 , H_2O) los cuales pueden ser utilizadas por ciertos nutrientes SO_2 , NH_3 , NO_x para penetrar la planta, sin embargo ejercen una positiva contribución al crecimiento de las plantas en condiciones de campo, por el contrario en regiones altamente industrializadas, el nivel de polución con estos gases puede retardar el crecimiento y producción de los cultivos. Esto es particularmente serio tratándose de SO_2 , NO Y N_2O y el producto de reacción. DOLLARD et al (1983) denominó "precipitación oculta" al fenómeno mediante el cual las plantas pueden absorber foliarmente ciertos elementos directamente de las nubes o de la neblina, el cual es un fenómeno que ocurre con mayor intensidad en áreas ventosas y de alta nubosidad (MARSCHNER 1986).

MAN Y WALLACE (1925) CITADAS POR TUKEY (1970), definen con el término "lavado" a la remoción de sustancias de las partes aéreas de las plantas por acción de soluciones acuosas (lluvia, irrigación, rocío y neblina), por medio de heridas o bien por aberturas naturales directamente del apoplasto. Entre otros factores para que la pérdida de elementos varía en función el tipo de

ión y de la intensidad y cantidad de precipitación, a su vez parece que es de mayor magnitud bajo lluvias tenues y continuas más que fuertes y localizadas (TUKEY 1970)

En bosques húmedos tropicales la pérdida de nutrimentos por lavado es extremadamente alta. Para tales condiciones reportan lavados en kg/ha del siguiente orden: 100-200 para potasio, 12-60 de N, 18-45 Mg, 25-29 Ca y de 4-10 para fósforo. Así la contribución de este lavado es semejante al aportado por la deposición vegetal y por tanto un componente muy importante del reciclaje de elementos, especialmente en ecosistemas cuyos suelos son de baja fertilidad. Adicionalmente debe considerarse la importancia de este fenómeno sobre la eliminación de elementos en concentraciones tóxicas en la planta (Al, Mn) así como aminoácidos, fenoles y ácidos orgánicos que afectan a otras especies y microorganismos al suelo (TYAGI y CHAUHAN 1982, citadas por MARSCHNER 1986).

7. LEGISLACION VIGENTE EN MATERIA DE REGISTRO DE ABONOS FOLIARES EN COSTA RICA

Existen una serie de normas que regulan estos aspectos los cuales son contemplados en los decretos ejecutivos No. 7 del 22 de abril de 1954, No. 17 del 4 de agosto de 1955, No. 9 del 30 de setiembre de 1957, No. 2 del 29 de enero de 1958. En términos generales los mismos establecen procedimientos para el registro de fertilizantes sin considerados específicamente los abonos foliares.

Es conveniente destacar que en el decreto ejecutivo No. 07 incluye un listado de materias primas con sus correspondientes rangos de composición como guía para su registro. Adicionalmente se adopta como método oficial de análisis lo señalado por la Asociación Oficial de Química Agrícola versión de 1950 bajo el nombre de "Métodos Oficiales y Tentativos de Análisis.."

Es importante contar con un método analítico de referencia cuya validez sea reconocida internacionalmente. En este sentido, los procedimientos oficiales de registro, establecen como requisito entre otros, la presentación de un certificado refrendado por el Colegio de Profesionales respectivo, sin embargo no se solicita el utilizar métodos especiales, a pesar de que el Decreto Ejecutivo No. 7 lo establece en el art. 8

Dentro de los aspectos importantes de la legislación actual puede citarse la exigencia de señalar el origen de los materiales que se utilicen en la fabricación de fertilizantes (art 4, inciso d del Decreto Ejecutivo 7) no obstante dentro del procedimiento actual no se solicita, ni para efecto de registro ni para la confección de las etiquetas de empaque. La información es útil para seleccionar aquellos productos que sean compatibles, como también para verificar la solubilidad y pureza en los materiales.

El Decreto Ejecutivo No. 17 modificó el artículo 2, introduciendo así la obligatoriedad en que los procedimientos de registro se contará con un ingeniero agrónomo en calidad de regente agrícola.

Igualmente dentro de las enmiendas se señala la inclusión de un método analítico para determinar las concentraciones de biureto en la urea, sin embargo y a pesar de los problemas de fitotoxicidad que presenta este compuesto no se definieron escalas de tolerancia como requisito para el registro de la urea comercial. Hoy día con las técnicas modernas en fabricación prácticamente no aparece biureto, no obstante es conveniente tomar en consideración este criterio para regular el registro de urea en nuestro país, particularmente aquella que se inscribe para su aplicación foliarmente.

El Decreto Ejecutivo No. 2 del 29 de enero de 1958 modifica los art. 2,3 y 4 del No. 7 del 22 de abril de 1957 en el mismo se incluye la obligatoriedad de que las personas que mezclen (formulen) abonos químicos, deben al igual que los fabricantes e importadores, registrar sus productos. Infelizmente con estas modificaciones se eliminó el requisito de solicitar el origen de las materias dentro del análisis químico y en su defecto se establece indicar solamente las concentraciones relativas de N,P y K. Considero que estas enmiendas limitaron el verdadero alcance y funcionalidad de los análisis químicos como atestados de registro.

Dentro de los alcances del Decreto Ejecutivo No.2 se posibilitó la venta de productos sin necesidad de consignar el número de registro en su empaque, siempre y cuando se tratara de un producto adquirido en la primera importación. Por otro lado se permitió utilizar el mismo número de registro a todos aquellos abonos mezclados en el país, cuyas fuentes declarados inicialmente se utilizaron para elaborar otras formulas cuyos porcentajes relativos de N-P2O5 y K2O no variarán en más de un 3% del producto registrado originalmente.

Tomando en consideración la versatilidad y eficacia que deben cumplir los fertilizantes, lo mencionado anteriormente debe ser ampliado y reconsiderado para que la industria nacional de fertilizantes pueda ofrecer mayores alternativas al productor nacional, especialmente bajo condiciones en que una fórmula fertilizante se solicite para condiciones muy específicas.

Como aspecto importante debe mencionarse que en los Decretos Ejecutivos en referencia se regula el proceso de registro de fertilizantes pero en ningún momento se refiere a mecanismo de control de uso de los mismos. En otras palabras no se solicita información sobre los cultivos ni las dosis recomendables.

Actualmente el Departamento de Abonos y Plaguicidas de la Dirección de Sanidad Vegetal, solicita como requisito de registro anotar los cultivos y las dosis sugeridas. Es posible que dentro del marco de la Ley de Sanidad Vegetal el MAG este facultado para establecer dicho requisito a pesar que los Decretos no lo estipulen.

Teniendo en cuenta que todos los cultivos requieren el uso de fertilizantes y de que el abonamiento foliar puede cumplir con diferentes objetivos, pienso que es bastante difícil regular el uso de los mismos. Creo que sería más conveniente anotar para cada

producto (abono foliar) las dosis máximas que puede tolerar un cultivo y las contraindicaciones para no emplearse en condiciones de que peligre un daño como por ejemplo niveles altos de cloro en ciertas cucurbitáceas.

Actualmente se dispone de un proyecto para reglamentar el registro, uso y control de fertilizantes material técnico y sustancias afines, a pesar de que en el mismo se mejora sustancialmente los procedimientos de registro, es necesario someterlo a consideración de una comisión nacional en la que participen representantes de la industria, de las universidades, del colegio de ingenieros agrónomos y de otras organizaciones de investigación y transferencia de tecnología, cuyo objetivo sería mejorar los alcances del citado reglamento.

100

100

100

LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ, C 1989. Utilizacao de quelatos en adubacao foliar. Jn. Adubacao foliar. Eds Baaretto, E.A. y Rosalem, C.A. Campinas. Fundaç n Cargill. 177-190
2. BAREL, D. y BLACK, C.A. 1979. Effect of neutralization and addition of urea, sucrose and various glycols on phosphorus absorption and leaf damage from foliar applied phosphate. *Plant Soil* 52:515-525.
3. BOARETTO, E.A. y ROSOLEM, C.A. 1989. Adubacao foliar; conceituacao e pr tica. In. Adubacao foliar. Eds Boaretto, E. A., Rosolem, C. A. Campinas. Brasil, Fundacao Cargill. p. 301-320.
4. BOWEN, J.E. 1969 Absorption of cooper, zinc and manganese by sugarcane leaf tissue. *Plant physiol.* 44:255.
5. BLANCO, H.C. 1970. Estudos sobre a absorcao do zinco por folha de cafeeiro (*coffea arabica* L). Piracicaba tesis de doutoramento. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 77 p.
6. BUKOVAC, M.Jy WITTWER, S.H. 1961 Absortion and distribution of foliar applied nutrients. *Plant physiol.* 32:428-435.
7. BUKOVAC, M.J.; PETRACEK, P.D.; FADER, R.G.; MORSE, R.D. 1989. Sorption of organic compounds by plant cuticles. *Weed Science* 38:289-298.
8. CAIN, J.C. 1956. Absorption and and metabolism of urea by leaves of coffee, cacao and banana. *American Society of Horticulture SC.* 67:279-286.
9. CARPITA, N.; SABULARSE, D.; MONTEZINOS, D.; DELMER, D.P. 1979. Determination of the pore size of cell wall of living plant cells. *Science* 205:1144-1147.
10. CLARKSON, D.T. y SCATTERGOOD, C.B. 1982. Growth and phosphote transport in barley and tomato plants during the development of and recovery from, phosphate - stress. *J. Exp. Bot.* 33:865-875.
11. CANNEL, M.G.R. y KIMEU, B.S. 1971. Uptake and distribution of macro - nutrients in trees of *coffea arabica* L. in Kenya as affected by seasonal climatic differences and the presence of fruits. *Ann. appl. Biol* 68:213-230.

12. CHAMEL, A. 1980. Penetration du cuivre á travers des cuticules isolées de fevilles de poirier. *Physiol.Veg.* 18:313.
13. DOLLARD, G.J.; UNSWORTH, M.H.; HARVE, M.J. 1983. Pollutant transfer in upland regions by occult precipitation. *Nature.* 302:241.
14. EGLINTON, G. y HAMILTON, R.J. 1967. Leaf epicuticular waxes. *Science* 156:1322-1335.
15. EPSTEIN, E. 1975. Nutricao mineral das plantas: principios e perspectivas; traducao e notas. E. Malavolta. Río de Janeiro. Ed da Universidade de Sao Paulo. 344 P.
16. FLORES, V.E. 1989. La planta: estructura y función. San José, I ed. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
17. FRANKE, W. 1967. Mecganisms of foliar penetration of solutions. *Ann. Rev. Plant Physiol* 18:281-301.
18. FRANKE, W. 1971. The entry of residues into plants via ectodesmata. *Residue Review* 38:81-113.
19. FRANKE, W. 1986. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to mechanisms. *Der. Plant Soil Sci.* 1986:17-25.
20. FREIDEL, J.W., ALVARADO, M.A., PADILLA, C. SABORIO., M.; JURGENS G. 1985. Combate de la roya del cafeto: equipo y técnica de aplicación. Serie para agricultores No.1, San José. MAG-D.S.V.-Convenio Costarricense Alemán (GTZ).
21. GOLDSTEIN, A.H. y HUNZIKER, A.D. 1985. Phosphate transport across the plasma membrane of wheat leaf protoplast: characteristics and inhibitors specifities. *Plant physiol.* 77:1013-1015.
22. GORBITZ, A 1989. Utilización de bacterias para eliminar los nitratos del agua. Notas y comentarios. Turrialba 39:422-423.
23. GRAY, R.C. y AKIN, G.W. 1984. Foliar fertiliation. In. Nitrogen in crop production. Madison.ASA- CSSA-SSSA.
24. HARRIS, N. y CHAFFEY, N.J. 1985. Plasmatabules in transfer cells of pea (Pisum sativum). *Planta* 165-169.

25. HESS F.D. 1985. Herbicide absorption and translocation and their relationship to plant tolerances and susceptibility. In. *Herbicide Physiology*. Duke, S.O. (ED). FLORIDA. CRC. PRESS 191-214 P.
26. HOLLOWAY, P.J. Y BAKER, E.A. 1970. The cuticles of some angiosperm leaves and fruits. *Ann. Appl. Bot* 66:145-153.
27. HINSVARK, O.N.; WITTWER, S.H.; TUKEY, H.B. 1953. The metabolism of foliar applied urea. I Relative rates of $C^{14}O_2$ production by certain vegetable plants treated with labeled urea. *Plant Physiol.* 28:70-76.
28. HULL, H.M.; MORTON, H.L. WHARRIE, J.R. 1975. Environmental influences of cuticle development and resultant foliar penetration. *Botanical Review.* 41:421-453.
29. INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Informe anual de labores. Programa Cooperativo ICAFE-MAG. San José. 147 p.
30. INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1990. Informe Anual de Labores. Programa Cooperativo ICAFE-MAG. San José 194 p.
31. KANNAN, S 1969. Penetration of iron and some organic substances through isolated cuticular membranes. *Plant Physiol.* 44:517-521.
32. KANNAN, S. 1978. Lateral movement of cations in corn leaves. *Plant Physiol.* 61:706.
33. KANNAN, S. 1986 a. Foliar absorption and transport of inorganic nutrients. IN CRC. CRITICAL REVIEWS. *Plant Science* CRC. PRESS INC. USA. 4: 341-375.
34. KANNAN, S. 1986 b. Physiology of foliar uptake of inorganic nutrients. *Proc. Indian Acad. Sci* 96:457-470.
35. LARCHER, W. 1986. *Ecofisiología Vegetal*. (Traductores Padua Danesi. Sao Paulo. Editora Pedagógicas Universitaria. 319 p.
36. MANSFIELD, T.A. y JONES, R. 1971. Effects of abscisic acid on potassium uptake and starch content of stomatal guard cell. *Planta* 101:147.
37. MARSCHNER, R.H. 1986. *Mineral nutrition of higher plants*. London. Academic Press. I Ed. 674 p.
38. MATUO, T. 1989. Equipamentos e técnicas para aplicação de adubos foliares. In. *Adubação Brasil*. Fundação Cargill p. 237-298.

39. MENDES, H.C.; FRANCO, C.M.; GALLO, J.R.; MORAES, M.V. 1961. Absorcao de uréia pelas folhas do cafeeiro. *Bragantia* 20:513-529.
40. McFARLANE, J.C. 1974. Cation penetration through isolated leaf cuticles. *Plant physiol.* 53:723-727.
41. McWHORTER, C.G. 1985. The physiological effects of adjuvants on plants. In: *Herbicide physiology* Duke, S.O(ed) Florida. CRC. Press 141-158p.
42. NORRIS, R. y BUKOVAC, M.J. 1968. Structure of the pear leaf cuticle with special reference to cuticular penetration. *Am. J. Bot.* 55:975.
43. NORVELL, W.A. 1972. Equilibria of metal chelates in soil solution. In *Minonutrients in Agriculture*. Wisconsin. Soll Science Society of America p.115-138.
44. PEDRAS, J.F.; RODRIGUES, J.D.; RODRIGUES, S.D. 1989. Absorcao de ions via foliar. In *Adubacao Foliar* (Ed) Boaretto, E.A. y Rosdem, C.A. Cãmpinas Brasil. Fundacao Cargill.p.13-59.
45. RAHAT, M y REINHOLD, L. Rb⁺ uptake by isolated pea mesophyll protoplasts in light and darkness. *Plant Physiol.* 59:83.
46. RAINS, D.W. 1968. Kinetics and energetics of light enhanced potassium absorption by corn Leaf Tissue. *Plant Physiol.* 43:394.
47. RENA, A.B. 1989. Adubacao Foliar no cafeeiro. *Informacoes Agronomicas.* 46:1-2.
48. RODRIGUEZ, G.C. 1993. Efecto de la fertilización foliar con urea sobre la composición mineral, el crecimiento y la concentración de clorofila de plantas de café a nivel de almácigo. San José. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica. 44p.
49. ROSOLEM, C.A. 1984. Adubacao Foliar. In *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Anais do Simposio sobre fertilizantes na agricultura brasileira.* 1984, p.419-449.
50. SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. 1985. *Plant Physiology*. California. Wadsworth Publishing Company. 540 p.
51. SEGURA, M.A. 1989. Efecto da pulverizacao com ureia, Cloreto de potassio e sacarose sobre a transpiracao, potencial hidrico e nitrogeno, potassio e azucars nas folhas de mudas de coffea arabica L. Submetidas a defice de agua. Vicosa. Tesis de Magister Scientiae. Universidade Federal de Vicosa 38 p.

52. SEGURA, M.A. 1990. Efecto de la fertilización foliar con urea y algunos micronutrientes sobre la composición mineral del cafeto. In XIII Simposio sobre caficultura Latinoamericano. San José. IICA PROMECAFE 41-48 p.
53. SEGURA, M.A. 1993. Resultados y avances de la investigación en la fertilización foliar con boro y urea en café. Convenio ICAFE-MAG. Material mimeografiado 34p.
54. SWIETLIK, D.; KORCAK, R.F.; MILKOS, F. 1982. Effects of mineral nutrient spray on photosynthesis and stomatal apening of water stressed and unstressed apple seedlings. II. Potassium sulfate sprays. J. Amer. Soc. Hort. Sei. 107:568-672.
55. SINGER, S.J.; NICOLSON, G.L. 1972. The fluid mosaic model of the structure of cell membranes. Science. 175:720-731.
56. SMITH, R.C. y EPSTEIN, E. 1964. Ion absorption by shoot tissue: kinetics of potassium and rubidium absorption by corn leaf tissue. Plant Physiol. 39:992.
57. TUKEY, H.B. 1970. The leaf leaching of substances from plants. Annu. Rev. Plant Physiol 21:305-324.
58. VAZQUEZ, A.R. y NEPTUNE, A.M.L. 1977. Adubacao foliar de mudas de café var Mundo Novo como tres fontes de nitrogenio. Anais da Esc. Sup. de Agric. Luiz de Queiroz. 34:565-584.
59. WANAMARTA, G. y PENNER, D. 1989. Foliar absorption of herbicides. Rev. Weed Sci. 4:215-231.
60. WITTWER, S.H. y LUNDAHL, W.S. 1951. Autoradiography as an aid determining the gross absorption and utilization of foliar applied nutrients. Plant Physiol 26:792-797.
61. YAMADA y.; WITTWER, S.H.; BUKOVAC, M.J. 1985. Penetration of organic compounds through isolated cuticular membranes with special reference to C^{14} urea. Plant Physiol 40:170-175.

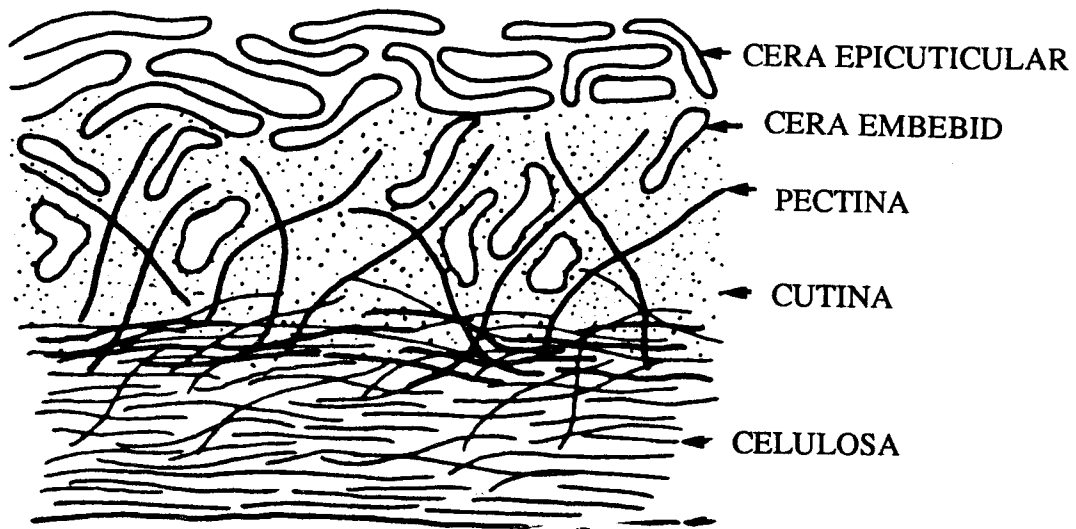


Figura 1: Representación esquemática de los diferentes componentes de la cutícula (Hess, 1985)

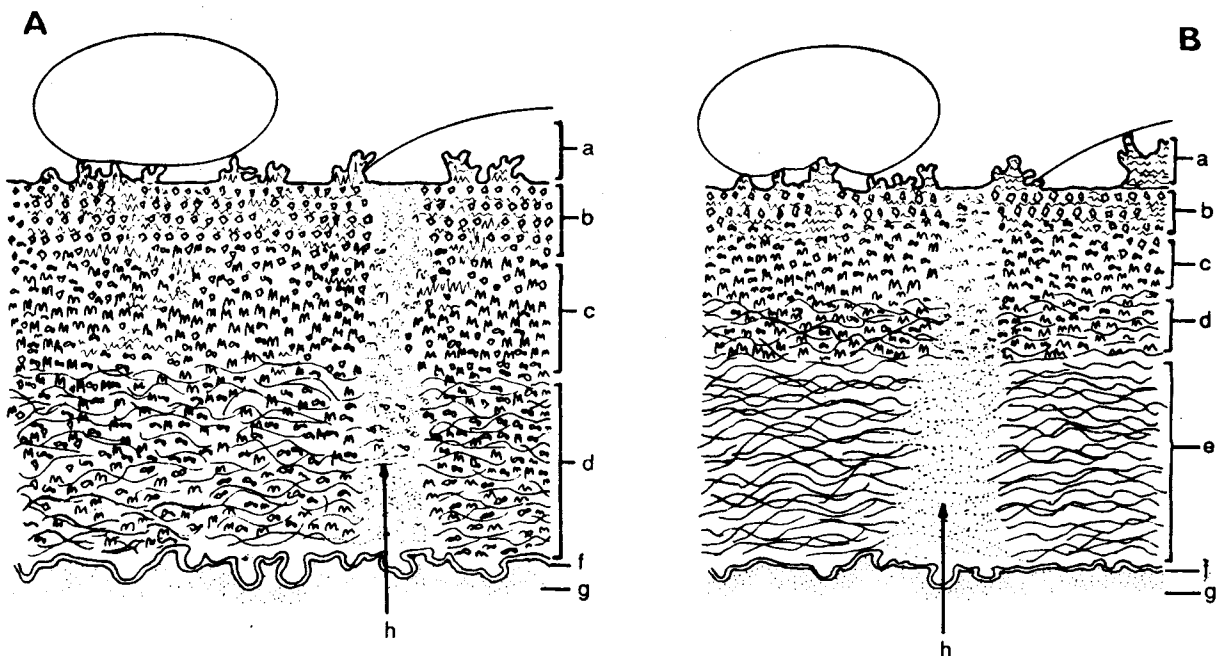


Figura 2: Esquema de la pared externa de una célula epidérmica. A. célula epidérmica con pared primaria, B. célula epidérmica con pared secundaria. 1. Cera la 2. Cutícula. 3. Sustancias pépticas. 4. Pared primaria de celulosa y dustanci impregnadas en la matriz. 5. Pared secundaria. 6. Pasmalema 7. Citoplasma. 8. Teicodo. (FLORES, 1989)

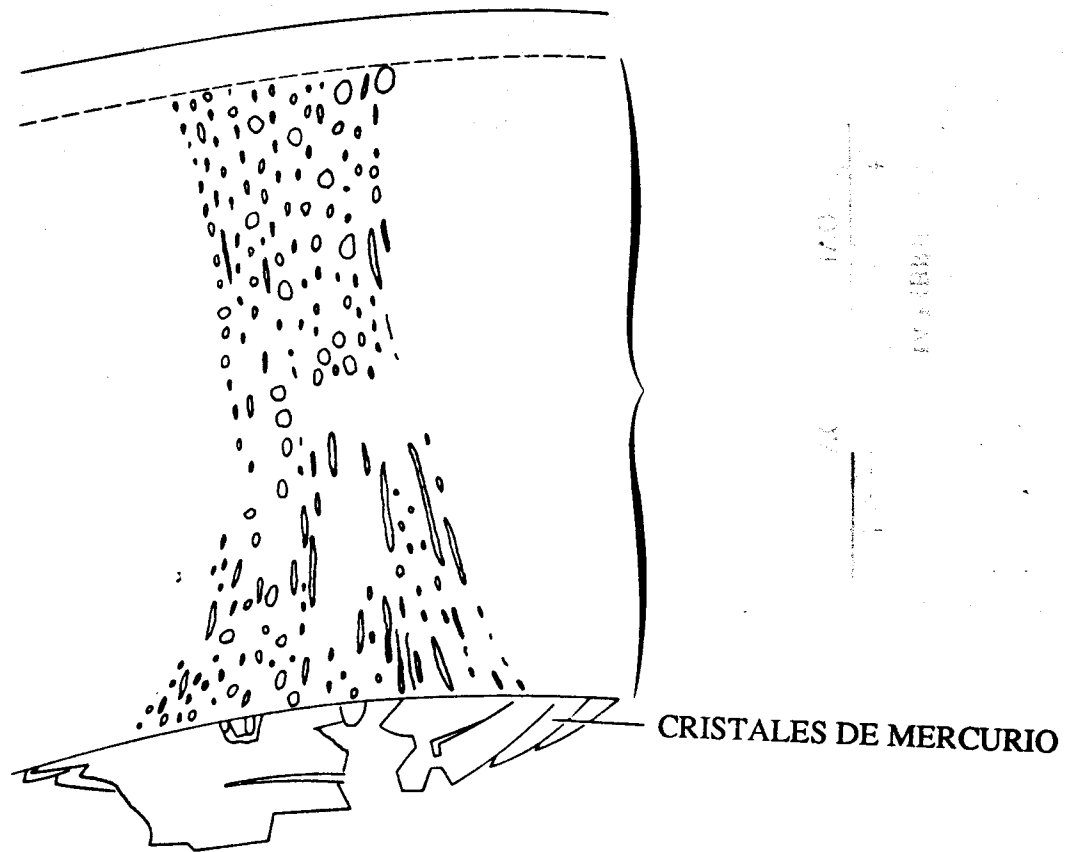


Figura 3: Esquema de un teicodo, mostrando precipitados de cloruro de mercurio, nótese que el mismo no atraviesa la cutícula (Franke, 1971)

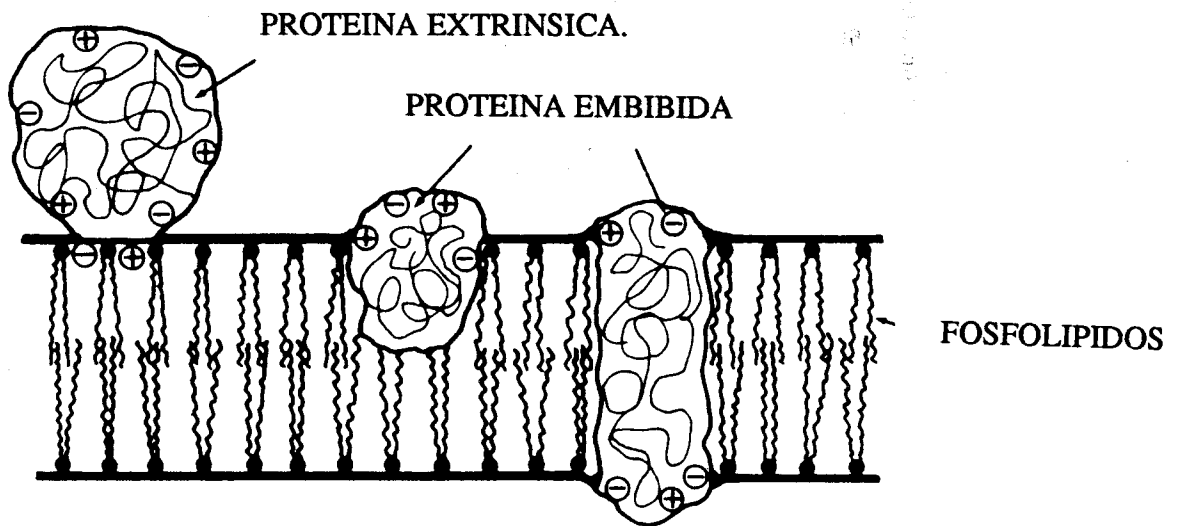


Figura 4: Diagrama de un corte de las membranas celulares, mostrando la presencia de proteínas y fosfolípidos. (Singer y Nicholson, 1972)

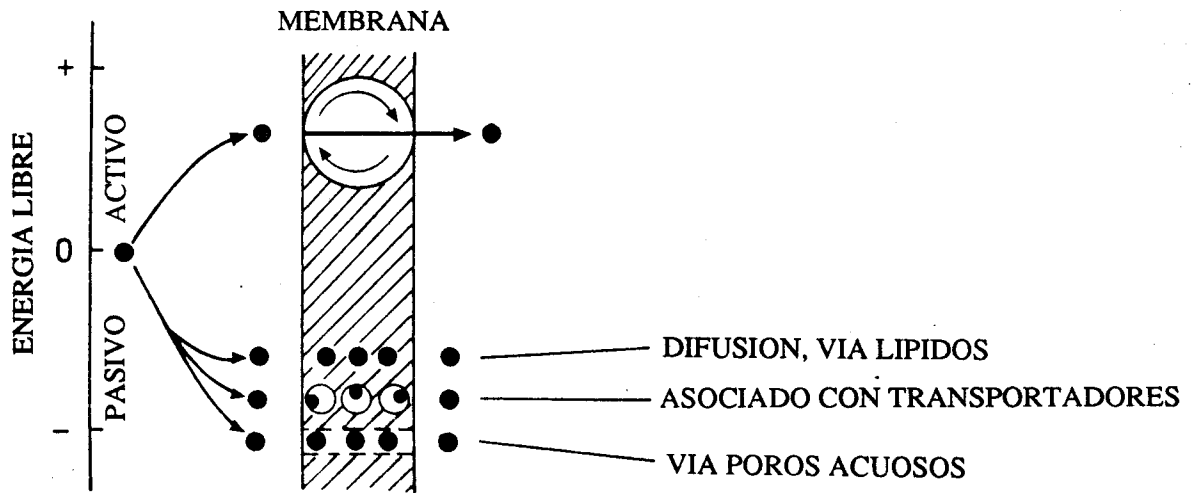


Figura 5: Representación de los procesos involucrados en el paso de iones a través de las membranas celulares (Marschner, 1986)

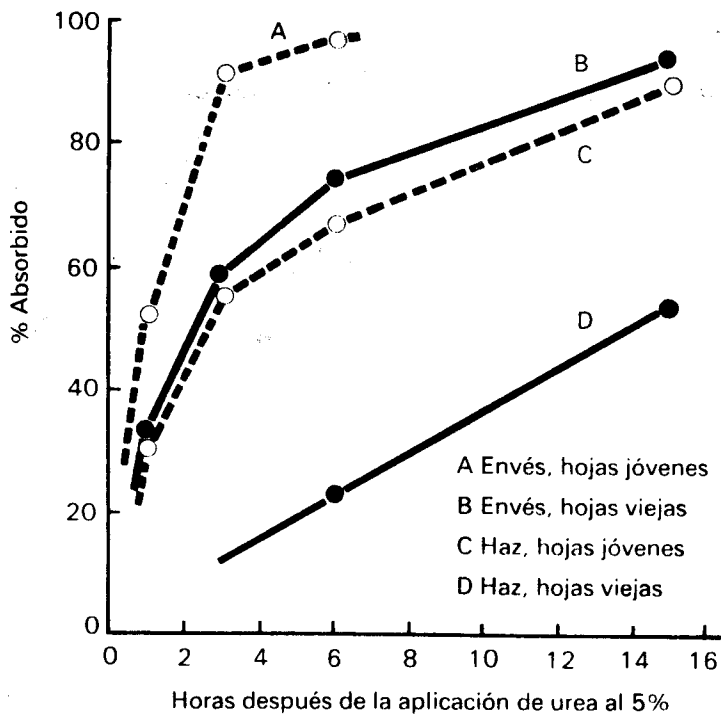


Figura 7: Absorción de urea por las hojas del café (Cain, 1956)

Cuadro 1: Tamaño de algunos espacios interfibrilares de la pared celular

ESTRUCTURA	DIAMETRO
Poros de la pared celular de rizodermis	500 - 3000
Poros de la pared celular cortical (raíz)	100 - 200
Poros de la pared celular	menos de 5,0
Sacarosa	1,0
Ion potasio hidratado	0,66
Ion calcio hidratado	0,82

Tomado de Marschner, 1986

Cuadro 2: Capacidad de absorción de algunas moléculas sin carga a través de las membranas celulares

SUSTANCIA	Coefficiente de Reflexión*	RADIO MOLECULAR
Rafinosa	1,00	0,61
Sacarosa	1,00	0,53
Glucosa	0,95	0,44
Glicerol	0,81	0,44
Urea	0,76	0,20

*Adquiere un valor máximo de 1,0 y es inversamente proporcional a la permeabilidad

Cuadro 3: Efecto de la condición nutricional con fósforo sobre la respuesta a la aplicación foliar en plantas de tabaco.

TRATAMIENTOS	TASA DE ABSORCION Y TRANSPORTE (micromoles de P/G. M.S. Hoja/h)	
Absorvido por hoja	5,29	9,92
Transportado a otras hojas	2,00	5,96
Transportado a la raíz	0,63	4,38

Tomado de Clarkson y Scattergood, 1982

Cuadro 4: Efecto de la luz y de un inhibidor de la respiración sobre la absorción foliar de potasio de segmentos aislados de hojas de maíz

TRATAMIENTOS	ABSORCION DE POTASIO (MICROMOLES/G/h)	
	Sin luz	Con luz
Testigo	2,3	3,7
2,4 D (10 ⁻⁵ M)	0,2	2,0
% de inhibición	91	46

Tomado de Rains, 1968

Cuadro 5: Efecto de la exposición a la luz sobre la absorción foliar de cinc en plantas de café (30 grados centígrados, pH: 6,00)

TRAT.	Porcentaje de absorción de Zn ⁶⁵ (hrs después de aplicado)				
	0	15 min	30 min	45 min	60 min
Sin luz	0	16	29	38	41
Con luz	0	36	64	83	91

$\frac{2,3}{0,2}$
 $\frac{3,7}{2,0}$
 88,4

Cuadro 6: Nombre químico, empírico, fórmula y abreviación de algunos agentes quelatantes

NOMBRE	FORMULA	ABREVIATURA
Ac. etilendiamino tetraácético	$C_{10}H_{16}O_8N_2$	EDTA
Ac. dietilenotriamino pentaácético	$C_{14}H_{23}O_{10}N_3$	DTPA
Ac. ciclohexano-diamino-tertaácético	$C_{14}H_{22}O_6N_2$	CDTA
Ac. etilendiamino-di gama-hidroxfenilacético	$C_{18}H_{20}O_6N_2$	EDDHA
Ac. hidroxietileno-diamino-tetraácético	$C_{10}H_8O_7N_2$	HEDTA
Ac. nitrilo-triacético	$C_6H_9O_6N$	NTA
Ac. etilenglicol-2-aminoetileter-tetraácético	$C_{14}H_{24}O_{10}N_2$	EGTA
Ac. cítrico	$C_6H_8O_7$	CIT
Ac. oxálico	$C_2H_2O_4$	OX
Ac. pirofosfórico	$H_4P_2O_7$	P_2O_7
Ac. trifosfórico	$H_5P_3O_{10}$	P_3O_{10}

Cuadro 7: Algunas maneras como los surfactantes aumentan la eficiencia de las aplicaciones foliares.

1. Reduce la tensión superficial del líquido aumentando la retención y grado de humedad de la superficie
2. Aumenta el contacto de la gota con la superficie al eliminar capas de oxígeno
3. Aumenta la permeabilidad de las cutículas.
4. Aumenta la permeabilidad de las membranas celulares.
5. Prolonga el tiempo de absorción.
6. Actúa como co-solvente.
7. Aumenta la penetración a través de los estomas,
8. Facilita el movimiento en el espacio libre aparente (apoplasto)

Cuadro 8: Categorías de aplicación de líquidos empleados en el control fitosanitario de los cultivos

CATEGORIA	VOLUMEN DE APLICACION (L/ha)	
	cultivos de porte bajo	cultivos de porte alto
Alto volumen	más de 600	más de 1000
Medio volumen	200 - 600	500 - 1000
Bajo volumen	50 - 200	200 - 500
Muy bajo volumen	5 - 20	50 - 200
Ultra bajo volumen	menos de 5	menos de 50

Tomado de Matuo, 1989.

H.P.

Algunas maneras como los líquidos aumentan la eficiencia de las aplicaciones:

8. Facilita el movimiento en el espacio libre aparente (aplastado)
7. Aumenta la penetración a través de las estomas.
6. Actúa como co-solvente.
5. Prolonga el tiempo de absorción.
4. Aumenta la permeabilidad de las membranas celulares.
3. Aumenta la permeabilidad de las cutículas.
2. Aumenta el contacto de la gota con la superficie al eliminar el ángulo de la superficie.
1. Aumenta la tensión superficial del líquido aumentando la extensión de la superficie.