

FUNDACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES NEMATOLÓGICAS
CORRIENTES - ARGENTINA

EL PODER NEMATICIDA DE LA PRESIÓN OSMÓTICA

*(INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO MATEMÁTICO DEL CONTROL DE NEMATODOS
INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO MATEMÁTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO)*

POR EL ING.AGR°. MANUEL ALBERTO VASSALLO

NEMATÓLOGO, INVESTIGADOR PRINCIPAL. FUNDACIÓN DEL
CENTRO DE INVESTIGACIONES NEMATOLÓGICAS,
CORRIENTES - ARGENTINA

**DERECHOS RESERVADOS
HECHO EL DEPÓSITO QUE MARCA LA LEY
REG. PROP. INTELECTUAL N° 187953**

EDICIÓN CORREGIDA Y ACTUALIZADA

AÑO 2002

**FUNDACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES NEMATOLÓGICAS
CORRIENTES - ARGENTINA**

**SEGUNDA EDICIÓN
(REIMPRESIÓN AÑO 2000)**

NOTA DE AUTOR

EL PODER NEMATICIDA DE LA PRESIÓN OSMÓTICA

REPASANDO LOS ACONTECIMIENTOS: Desde la última edición (1998) de este trabajo, nos encontramos con una serie de acontecimientos, que han potenciado sensiblemente las posibilidades de actualizar el contenido de las experiencias, relatadas en estas páginas.

A la fecha de esta reimpresión, han ocurrido dos hechos, que deben ser destacados: La prohibición mundial de los fumigantes de suelos, (Bromuro de Metilo, DBCP, Nemagón. Dicloropropano-Dicloropropeno, Temmik etc. aplicada en Europa a partir del 12 de Enero de este año, ha permitido desbaratar los intereses, que bloquearon la difusión de los métodos no contaminantes, que provee el uso de la físico-química, como elemento de control de las plagas del suelo.

El otro hecho que debemos destacar, es la aparición en el mercado, de dos instrumentos, que permiten medir in situ, la Presión Osmótica del agua del suelo. Este avance de la tecnología, hace posible a partir de ahora, leer valores de Presión Osmótica "total" del agua del suelo, en forma directa, incluyendo un factor hasta ahora no compensado en las lecturas de PO. del extracto acuoso del suelo: El efecto de la tensión superficial de la lámina de agua en los espacios intersticiales del suelo, efecto conocido en edafología como "Matric-suction". El otro instrumento permite medir la PO. del agua del suelo, independientemente del contexto en el cual está contenida. Vale decir la Presión Osmótica de las soluciones virtualmente constituidas por el agua del Suelo. Este parámetro es conocido en edafología como "Water Potential". -

La aparición de estos instrumentos, permitirá actualizar, corregir y revalidar, en muy poco tiempo, una tarea que nos llevó más de 30 años, (utilizando métodos imprecisos y equipos rudimentarios) para ordenar el conocimiento de las relaciones de causa a efecto, sobre las floras del suelo. En este punto estaremos comenzando de nuevo, tarea que en lo que a mí concierne, corona mis esfuerzos, por erradicar desde 1960, el uso de pesticidas contaminantes. Los fabricantes de venenos ya no tendrán pretextos para seguir agrediendo el planeta que nos alberga

El futuro es de los jóvenes que lean esta página. A ellos les queda formulado el desafío. El equilibrio biológico y la conservación de la energía vital de los suelos será sobre todo una tarea de sentido común.

CORRIENTES, SEPTIEMBRE DE 2000. - ING.AGR° MANUEL A. VASSALLO.

**FUNDACION
CENTRO DE INVESTIGACIONES NEMATOLÓGICAS
CORRIENTES - ARGENTINA**

**SEGUNDA EDICIÓN
1998.**

NOTA DE AUTOR

LA EXPERIENCIA: Más reveladora, ha sido el éxito logrado con la utilización de la Urea, (46% perlada) como soluto de elección, **para el Control de Nematodos en el Suelo.** Por esta razón, hemos decidido reimprimir el texto de esta comunicación, sin enmiendas ni agregados, habida cuenta que con el instrumental disponible actualmente, ha sido posible reconstruir las reacciones de causa a efecto logradas con la aplicación de diversos solutos sin que resulten significativamente distorsionados los resultados obtenidos originalmente.

Durante los últimos 10 años, hemos estado aplicando las técnicas de control de la Presión Osmótica, en las soluciones del suelo, como elemento biofísico, aplicado al Control de las Infestaciones Nematológicas. (Endémicas en nuestra zona subtropical)

En ese lapso, hemos encontrado nuevos horizontes para la investigación biofísica de las soluciones del suelo. La introducción del Oxígeno³⁺ (Ozono) como potencial nematicida, fácilmente incorporable a las soluciones del suelo, mediante simples aplicaciones por riego, del agua ozonizada, han introducido un nuevo campo de trabajo, que excede nuestras posibilidades materiales de operación actual.-

Ello nos obliga a revisar todo el sistema de ecuaciones planteado en función de la "Membrana Biológica", desarrolladas en este tratado, ya que las elevadísimas presiones de difusión, generadas por la polarización del O³⁺, similares a las del NH³⁺, (naciente) provocan reacciones con la capa lipídica, de las membranas cuticulares, provocando coagulaciones, (quemaduras) que convierten dichas membranas, en virtuales "coladores" dejando al descubierto, las estructuras reticulares del plano membranoso.

Esto configura una nueva situación: Tenemos que empezar de nuevo, a desarrollar tecnologías de avanzada, que nos permitan mejorar la comprensión de los distintos procesos bioquímicos, biofísicos y fisiológicos, que se dan en la naturaleza, proveyendo un balance, o equilibrio biológico de las floras y faunas del suelo, obviamente alterado por el hombre, con las consecuencias resultantes de un agotamiento de la energía vital de los mismos.- ("suelos cansados") Hasta ahora lo único que se conoce como sustentable es la vuelta a los procesos naturales: Siembra Directa, Barbecho, abono orgánico, etc.

En nuestra práctica, las posibilidades de calcular matemáticamente las condiciones físico químicas óptimas, para lograr el recupero de la "Fertilidad del Suelo", están directamente asociadas con los términos matemáticos, que hemos aplicado para el control de hongos y nematodos, parásitos del suelo.

CORRIENTES. OCT. DE 1998. - ING. AGR. MANUEL A. VASSALLO

**FUNDACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES NEMATOLÓGICAS
CORRIENTES - ARGENTINA**

**PRIMERA EDICIÓN
NOV. 1989.**

RESUMEN:

**EL PODER NEMATICIDA DE LA PRESIÓN
OSMÓTICA**

Manuel A. Vassallo, Ing. Agr.⁽¹⁾

El presente trabajo, analiza el efecto nematicida de la Presión Osmótica, en las soluciones del suelo, y demuestra la correlación que existe entre los distintos niveles de P.O., con los efectos físico-biológicos letales, que la variación, produce en la flora Nematologica del suelo.

Las relaciones de causa a efecto, producidas por la P.O. sobre la Membrana Biológica, que constituye la envoltura externa de los nematodos, provee el sustento físico-matemático de dichos efectos, perfectamente comprobables en el campo de la biofísica de suelos.

La secuencia de ensayos presentados en este trabajo, analizados matemáticamente, demuestra además, que los solutos, en las soluciones de suelo, potencian su capacidad activa, más allá del simple efecto físico, de "presión", cuando disueltos, generan cargas polares, que aumentan sensiblemente su poder de difusión.

Se demuestra en el caso del Hidróxido de Amonio, NH_4OH^+ y de la Urea, en su fase de disociación final, donde la presencia de cargas polares, potencia su acción nematicida, mucho más allá de los efectos logrados, con solutos neutros, tales como la glucosa o sacarosa.

Presentamos un Cuadro Demostrativo, de la Acción de la P.O. sobre los nematodos y otros especimenes, que permite acotar perfectamente la acción letal de los distintos niveles de P.O., en relación con las floras del suelo.

CLASIFICACIÓN: Ecología. Control No Contaminante de los Nematodos del Suelo. Introducción al Estudio Matemático del Equilibrio Biológico del Suelo. Solutos Nematicidas Orgánicos de origen Industrial, No Contaminantes.- Presión Osmótica: Su acción Nematicida. Respuestas fisiológicas de los Nematodos.-

⁽¹⁾ *Nematólogo. Centro de Investigaciones Nematológicas, Ciudad de Corrientes, Argentina. (Calle Fray Luis Beltrán 1880. CP W3410 AUB)*

INTRODUCCIÓN

Al establecer las causales y el mecanismo físico-químico de **"El Poder Nematicida del Amoníaco"**,⁽¹⁾ y demostrada la acción de la **"Presión Osmótica: Factor Regulador del Equilibrio Biológico del Suelo"**,⁽²⁾ surgió como elemento determinante, en las relaciones bio-ecológicas del suelo, una **"Constante Biológica"**, universalmente reconocida, pero no fijada conceptualmente como tal: **La Membrana que envuelve a todos los seres vivos.**

Por su naturaleza: **"Factor Constante"**, la membrana celular, cuticular, epitelial, ó mucosa, interviene en todos los procesos de relación con el medio, que rodea a los seres vivos: Desde la célula, los tejidos, hasta las formas superiores, organizadas como expresión vital.- Literalmente no existe excepción que justifique la regla: **Todo ser vivo tiene una "Membrana Biológica"**.

Por silogismo, siendo las leyes físico-químicas y de fase, ó electrostáticas, las que rigen el comportamiento vital de las Membranas Biológicas, viene a resultar, que por efecto de la misma causa, las Leyes de la Membrana, son las que finalmente, condicionan las dominancias de las distintas "Floras del Suelo", regulando así, por su acción específicamente físico-química, los distintos niveles de energía, que se derivan de la actividad vital en los suelos.

Estas leyes por otra parte, tienen interacción específica con el medio que rodea a las membranas. Especialmente en la fase líquida, que es la forma apropiada, para que los procesos vitales se produzcan en forma fisiológica.

Los fenómenos de difusión de líquidos y solutos, a través de las membranas. Los de relación entre solutos y solventes. (Normalmente el agua para el caso del suelo) Los de tensión superficial de los líquidos, y sus variaciones en los espacios capilares del suelo. Los de **Presión Osmótica**, que los solutos y solventes generan en presencia de las membranas biológicas, condicionan las respuestas fisiológicas de los seres vivos.-.

Los de absorciones resultantes, que producen el efecto fisiológico de la absorción de nutrientes, por las floras del suelo y las raíces de las plantas. Los de polarización iónica, en las soluciones acuosas del suelo, y los fenómenos electrostáticos de superficie, que generan efectos de adsorción, constituyen una visión global de los parámetros involucrados en esta investigación.

⁽¹⁾ "El poder Nematicida del Amoníaco", Ing. Manuel Vassallo. Ed. 1963.-

⁽²⁾ "Presión Osmótica: Factor Regulador del Equilibrio Biológico del Suelo"
Ing. Agr. Manuel Vassallo, Ed. 1967.-

RESUMEN

Existen dos factores determinantes, de primordial importancia, en la dinámica del equilibrio biológico del suelo. Conforme a nuestra tesis, que considera a la Membrana Biológica como una "**Constante Universal**", resulta:

Primero: Todos los seres vivos, están envueltos por una Membrana; luego, están sujetos a las leyes físico-químicas que rigen el comportamiento de las mismas, en sus distintos aspectos.-

Las Leyes de la Difusión, de la **Presión Osmótica**, de la Tensión Superficial, y demás fenómenos coligativos de las soluciones, afectan a las membranas biológicas. Lo cual incluye a los fenómenos Electrostáticos, ó de Polarización Iónica, de gran importancia en el caso de electrolitos disueltos y disociados.-

Segundo: En el medio ecológico, es decir en el suelo, todos los fenómenos de relación vital, se producen en función de un solvente, que para nuestro caso es el agua.- Existen además, factores secundarios interactivos, que afectan estas relaciones del medio, con los individuos o seres vivos del suelo, ó en el suelo, a saber:

La variación de los volúmenes de agua: Presente en el suelo a nivel higroscópico, o libre, lo cual condiciona los fenómenos de fase, relativos a las Membranas. Esto abarca las relaciones Suelo-Planta, y los vinculados con las Floras del Suelo, estrechamente relacionadas con los procesos vitales de las mismas.

La cantidad de solutos: Presentes en el agua del suelo. Disueltos o disociados, de los cuales depende, por efectos de la Presión Osmótica, y de otros factores secundarios, el grado de desarrollo, y dominancia de las Floras del Suelo, y el nivel de absorción de nutrientes, que puedan realizar las raíces de las plantas, lo cual determina directamente su grado de desarrollo vegetativo.

La naturaleza de los solutos y el carácter de soluciones resultantes: "neutras" o polarizadas, estas últimas definidas como "electrolitos", generan "Presiones de Difusión", cuya capacidad de reacción química con los elementos constitutivos de las membranas modifican las respuestas fisiológicas de los seres vivos.-

EL CONCEPTO DE PRESION OSMÓTICA

(COMO UNIDAD DE MEDIDA, SUTITUTIVA DEL pH.)

El parámetro de referencia que introducimos como unidad de medida, está vinculando directamente, a las superficies de las Membranas Biológicas, que envuelven a los seres vivos del suelo, con el medio que los rodea, para el caso, las soluciones del suelo, naturalmente constituidas por agua, como solvente natural.-

Este parámetro es el concepto de "Presión", que se expresa matemáticamente de distintas maneras, según la naturaleza de los fenómenos que la originan, los cuales están determinados por las características particulares, de la estructura del suelo en que se producen.-

Se expresa como "Presión Osmótica", (PO) cuando es generada por fenómenos de naturaleza físico-química, relacionados con la Membrana, que se convierte así, en una "Constante Biológica", ya que no se concibe la existencia de un ser vivo, sin su correspondiente Membrana. De esta manera, estamos introduciendo la posibilidad de utilizar conceptos matemáticos, que nos permiten calcular, como veremos, los niveles de fertilidad de un suelo.

Se expresa como "Presión de Succión", (PS) cuando a los efectos de la PO, de naturaleza físico-química, se suman las "presiones" generadas por los fenómenos de Fase.- Por efecto de la capilaridad del suelo, de la evaporación, precolación y otros, que alteran la "**Tensión Superficial**" de las Soluciones del Suelo, se producen estas variantes en el equilibrio del sistema, que por su naturaleza, y acción de las leyes de la capilaridad, suman sus efectos al de la **PO.**, que naturalmente soportan las Membranas de los seres vivos contenidos en el medio.

Esto en la práctica, se conoce como "Water Potencial" ó "Matric Suction", es decir, la sumatoria de las condiciones netamente físicas, inherentes a la condición del agua del suelo, más las electroquímicas, generadas por los solutos, presentes en dichas aguas. La sumatoria de estos efectos, son estudiados en edafología.-

En todos los casos, la unidad de medida del parámetro está en función de la siguiente ecuación: **PO = Presión/Superficie = Kg./cm².**- Tal expresión matemática, cobra verdadero sentido, cuando la misma se aplica sobre las Membranas Biológicas, cambiando de magnitud, según las condiciones estructurales del suelo, en cada caso.-

FISIOLOGÍA DE LA PRESIÓN OSMÓTICA

La "**presión**", es un parámetro con dos unidades de medida, que la definen matemáticamente: Una unidad variable en cantidad y signo, (kilogramos Joules, Dinas, Bars, etc.) y una unidad constante, referida a la superficie en centímetros cuadrados.

Esto establece una relación concreta, entre el medio ecológico, que es el suelo, y el ser vivo, cualquiera sea él, estableciendo un vínculo que se expresa matemáticamente. El concepto de Membrana Biológica: Dá sentido fundamental al parámetro de "**presión**", que estamos introduciendo como valor de referencia, en relación con la superficie, físico y químicamente activa, de la Membrana.-

Los efectos fisiológicos que rige y regula la membrana, cobran así, una nueva dimensión, sustituyendo al pH. Este concepto DE "Presión Osmótica" (PO) está referido a la superficie de las Membranas Biológicas.

El parámetro de la "presión", nos dá una base matemática, de la cual puede derivarse, de acuerdo con la Ley de Avogadro, y las correlativas Leyes de Henry, para las soluciones, y la ecuación de Van der. Waals, para los fenómenos de Fase líquido gas, una fórmula general, de uso práctico que nos permite relacionar la P.O. con los fenómenos biológicos que se originan en la Membrana.

Esta posibilidad de medir matemáticamente, con unidades de medida que realmente responden, a los hechos fisiológicos que controla la Membrana, a través de leyes físico-químicas, perfectamente conocidas y comprobadas, nos coloca ante la posibilidad, de desarrollar nuevas técnicas de manejo de los suelos, basados en factores reales, tangibles, y obviamente, mensurables en su dimensión y efectos fisiológicos dependientes.

Nuestra formación intelectual, netamente "química", con su clásica metodología de estudio del suelo, nos ha condicionado mentalmente. Consideramos el "**pH**", como un parámetro universal de medida. En las relaciones vitales, referidas a las soluciones del medio, la única constante es la existencia de la Membrana Biológica.-

El "pH", es un concepto relativamente abstracto, cuando se lo refiere a las Membranas Biológicas. Se define como: “el Logaritmo negativo del grado de disociación iónica del hidrógeno” Desde el punto de vista de la realidad que tenemos, expresa idea del concepto ácido-base del suelo. Frente a los procesos determinados por la Membrana Biológica, resulta ser un parámetro de escaso valor, como índice de referencia vital. El concepto de (PO) refleja hechos reales, comprobables matemáticamente.-

Por otra parte, las propiedades coligativas de las soluciones del suelo, exceden el marco de lo físico-químico, puramente considerado, en su relación con los seres vivos presentes en el suelo, generando efectos biológicos, efectos fisiológicos y ecológicos, que deben ser estudiados en profundidad. La disminución de la Presión de Vapor, el descenso del Punto Crioscópico (**PC**), la elevación de la **P.O.** y la Presión de Difusión, (**PD**) dependen del número de moles de soluto, presentes en una cantidad determinada de solvente, para el caso de las soluciones del agua del suelo, el análisis matemático de las variables físico químicas, permite un seguimiento de las respuestas fisiológicas vitales, en forma instantánea.-

Habida cuenta que, la variación de las cantidades de agua en el suelo, son algo normal y corriente, por efectos de su dinámica, surge, que la variación de las propiedades coligativas, de las soluciones del agua en el suelo, tendrán modificaciones diarias y horarias, perfectamente mensurables, toda vez que su determinación, puede ser instantánea, utilizando los instrumentos adecuados.

Por otra parte, las propiedades coligativas, generan condiciones fisicoquímicas, que modifican sustantivamente las condiciones del medio, respecto de las Membranas Biológicas, especialmente si las soluciones son de naturaleza electrolítica o polar, con iones disociados, cargados de energía. En el caso de los solutos neutros, no polares, como la glucosa o sacarosa, considerados “no” electrolitos, la respuesta de las Membranas Biológicas es totalmente diferente. Estas modificaciones, involucran la necesidad de contar con parámetros auxiliares, distintos del concepto de "**presión**", tales como el **Punto Crioscópico (PC)** de las soluciones, cuyo valor referencial, nos permitirá, junto con los valores de **Presión de Vapor, (PV)** en las soluciones del suelo, determinar el parámetro principal, esto es el nivel de **P.O.**, que finalmente será el que importe, en relación con las expresiones vitales de la ecuación suelo-planta, o ecológica, de los seres vivos del suelo.

METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO Y DINÁMICA DE LA PRESIÓN OSMÓTICA (EN LAS SOLUCIONES ACUOSAS DEL SUELO)

La ecuación que derivamos para el cálculo de la P.O., en este trabajo, fue resumida por la teoría de Vant'Hoff, que dice: "**la presión osmótica de una solución, es igual en magnitud, a la presión que el soluto, ejercería como un gas, si se encontrara presente al estado gaseoso, a la misma presión y temperatura**". La ecuación matemática de este enunciado, es idéntica a la ecuación de los gases perfectos:

$$P.V. = n.R.T \quad (Ec.1.-)$$

Donde **P** = a la presión osmótica; **n** = al número de moles de soluto, contenidos en **V**.- **V** = al volumen de solvente considerado, **T** = a la temperatura absoluta y **R** = a la constante de los gases, o número de Avogadro.

Recordando que n/V es la expresión de la "molalidad", la Ecuación (Ec.1.) puede sustituirse, introduciendo el concepto de molalidad, $M = n/V$. de tal manera que puesta la (Ec.1). En función de la presión osmótica **P**, resulta:

$$P = M.R.T. \quad (Ec.2.)$$

En la práctica, esta ecuación (Ec.2) se mantiene válida para soluciones diluidas, no siendo exacta para muchos casos, en que la concentración molar varía.-

Su utilidad aplicada, se extiende a una escala mucho más amplia, si el volumen total **V**., se substituye como en el caso del agua, por el volumen del solvente, ya que el agua, tiene una densidad muy cercana a 1, (a 20°C.) hecho que simplifica el procedimiento.-

Para las soluciones acuosas, la (Ec.2), puede escribirse entonces, en función de la "molalidad" del soluto "m", quedando:

$$P = m.R.T. \quad (Ec.3.)$$

donde "m" es la molalidad del soluto, debiendo notarse que, la expresión dada en la (Ec.3.) es una aproximación lograda por medios experimentales, de alcance más general, que pueden derivarse, a partir de consideraciones termodinámicas, que se refieren a las Presiones de Vapor, involucradas en las fases del proceso, que de alguna manera, constituyen las propiedades coligativas de las soluciones.

La (Ec.2.), demuestra que la P.O. es precisamente, una propiedad coligativa de las soluciones, ya que su magnitud, depende de la concentración de partículas del soluto, y no de su naturaleza individual, aún cuando esto no sea rigurosamente cierto, ya que para el caso de disociación Iónica, o polarización de algunos solutos, los resultados finales se incrementan sensiblemente por tal efecto de Fase.

Para el cálculo de la P.O. en las soluciones del agua del suelo, hemos tomado en cuenta el concepto de "molalidad" expresado en (Ec.3), factor al que hemos corregido experimentalmente, ajustando el coeficiente para las soluciones del agua de los suelos, utilizados en los experimentos.-

Si recordamos que el número de Avogadro, **R** en las ecuaciones 1, 2, y 3. (**Constante Universal de los Gases**), es igual a un volumen de **22,414 litros**, a cero grados, y a una atmósfera de presión, obtendremos para **R**, en función de la Temperatura Absoluta, en Grados Kelvin, y de la concentración "molal", un valor de **R**, aplicable a la ecuación derivada, cuyas unidades expresarán lo siguiente:

$$R = \frac{1 \text{ atm. x } 22.414 \text{ litros}}{1 \text{ mol. x } 273,16^\circ \text{ A.}} \quad (Ec.4.)$$

$$R = 0,08205 \text{ litros/atm./mol/grado.}$$

.De esta manera, para simplificar el método de cálculo, hemos ajustado el **Número de Avogadro**, a un valor real experimental que para nuestro caso, resultó un valor calculado a la temperatura de 20°C., y teniendo en cuenta un **Coefficiente Experimental, de: 0.99317**, (resultado de desviaciones a la Ley de los gases) por efectos de imponderables existentes en el suelo, factores que incidían sistemáticamente en las numerosas mediciones de la **P.O.**, realizadas por crioscopía y por conductivimetría, simultáneamente. Obtuvimos el siguiente valor:

$$\mathbf{R = 0,08205 \times 293^{\circ}A. \times 0,93317 = 22.434. (Ec.5)}$$

Calculado el factor R, derivamos la fórmula de la **Ec.3**, de tal manera que el cálculo de la **P.O.**, se obtiene directamente, y puede operarse con los valores de concentración del soluto, calculados en función del volumen de agua que lo contiene: Esto es el principio de molalidad.

Estando la constante **R**, calculada para 20° C, los errores de apreciación y/ó de instrumental, quedan aparentemente eliminados, dentro de márgenes razonables. La ecuación es:

$$\frac{\mathbf{P.O. - C.(g./litro) \times 22.434}}{\mathbf{P.M.}} \quad (\mathbf{Ec.6.})$$

Donde:

C = Concentración del soluto en g/litro. (Equivalente gramo).-

N = 22.434. = Número de Avogadro. (Corregido) y:

PM = Peso molecular del soluto.

Con este simple procedimiento de cálculo, pudimos establecer un diagrama de las Presiones Osmóticas originadas, que relacionan a las soluciones del suelo, con las floras y/ó las raíces de las plantas, de tal forma que, en todos los casos, fue posible diseñar el experimento, para alcanzar la **PO**. deseada, a priori del ensayo. La dinámica de la **PO** en las soluciones del Suelo, involucra en primer término la concentración de los solutos, **sean estos disueltos molecularmente, o disociados iónicamente.-**

A este parámetro, es necesario sumarle los efectos de la **Tensión Superficial** del agua del suelo, que en determinadas condiciones estructurales, modifican sustantivamente el comportamiento de las soluciones, en los espacios intersticiales, **sumando los efectos físicos de los sistemas capilares, a los físico-químicos de los solutos.** La "Presión de Vapor" del agua del suelo, también se ve afectada por la textura, y la higrscopicidad de las partículas del suelo. Esto completa el cuadro de presiones de distinta naturaleza, (energía) que constituyen el medio ecológico, en el cual se desenvuelve la relación físico-biológica de las membranas celulares, de las floras y raíces de las plantas.

Esta sumatoria es conocida como "**Water potencial**" cuando está referida a la percolación y evapo-traspiración del agua del suelo. Y "**Matric-suction**", cuando las variaciones del equilibrio energético, son producidas por la higrscopicidad de las partículas estructurales del suelo. **La suma total de presiones, (positivas y negativas) nos dará el "Valor de Turgencia", parámetro fácilmente reconocible, en la fisiología de las plantas, por señalar el punto de marchitez de las mismas.**

Es notorio en edafología que: **el punto de marchitez** de las plantas, constituye uno de los parámetros más importantes, relacionados con la calificación y clasificación de los suelos.- Esta metodología, no ha sido estudiada en profundidad, respecto de las relaciones biológicas, que obviamente está condicionando en todos los niveles, la actividad vital existente en el suelo. **El punto de marchitez refiere el contexto a un aspecto visible de la fisiología botánica, pero ignora los efectos que simultáneamente se producen, respecto de las floras y faunas del suelo.-** El Valor de Turgencia, y el punto de marchitez de un suelo, no ha trascendido en su verdadera dimensión biológica.- Está directamente relacionado con la Capacidad de Campo del suelo, es decir, con su capacidad de retener agua útil, pauta que evidentemente, influye sobre los aspectos físico químicos de las soluciones del agua en el suelo.

Corresponde señalar, que las cargas electrostáticas del medio, carga iónica, o potencial electrostático, tanto de las soluciones, como de las membranas celulares, o de los sólidos del suelo, generan efectos físico químicos, muy importantes en la relación suelo-planta, ó suelo-floras, determinando en ciertos casos, netas dominancias y desarrollo selectivo de unas, en detrimento de otras.-

Este notorio efecto de la polarización de las cargas iónicas, en las soluciones del suelo, genera efectos de Fase complementarios, en su relación con las Membranas Biológicas de las floras del suelo. La importancia de estos efectos y su influencia en las respuestas fisiológicas de las floras y faunas del suelo, no ha sido evaluada suficientemente, según surge de las experiencias que hemos realizado.-

Por acción de este efecto, algunos elementos químicos, como el Hidróxido de Amonio, biológicamente, mucho más activo que otros no polarizados, (por falta de disociación iónica) debido a la extraordinaria "Presión de Difusión", que ejercen sobre las Membranas Biológicas y a su capacidad de reaccionar con los elementos estructurales de las membranas, las respuestas fisiológicas son muy distintas. Este hecho, está directamente vinculado con la actividad vital, que demuestran algunas especies químicas, mucho más activas que otras, en la generación de respuestas fisiológicas.

El agua, como solvente natural, tiene una alta constante dieléctrica, y los solutos disociados en ella, resultan afectados por las fuerzas electrostáticas, que se generan en los capilares del suelo.

A nivel de las superficies estructurales, de los espacios capilares, ó de las interfases liquido-gas, interactivas con las Membranas de los seres vivos, (contenidos en las soluciones del suelo) se producen una serie de fenómenos fisiológicos, que son influenciados por las cargas polares de las soluciones del suelo.

Las Leyes de la Membrana, son válidas para sistematizar el estudio de las relaciones de causa a efecto, que generan distintas reacciones vitales, tanto en las plantas, como en las floras del suelo.-

En estas condiciones, las propiedades físico-químicas de las soluciones del suelo, pueden ser muy diferentes de las que presentan en el agua, en estado "libre", o sea, no condicionada por el medio capilar que constituye la estructura de los mismos.-

Ciertos tipos de solutos, que como el NH_4^+ , tienen elevado potencial de carga electrostática, con una elevada disociación iónica, pueden ejercer marcada influencia sobre el comportamiento de las soluciones del suelo, a nivel capilar.-

Hemos comprobado incluso, que llegan a actuar como "dipolo", en relación con las Membranas Biológicas lo cual les permite vencer las tensiones superficiales del solvente, (agua) que rodea las membranas.

Esta capacidad dieléctrica de la película de agua literalmente adsorbida a las superficies de las Membranas Biológicas, tiene una tensión superficial muy elevada. Esta condición regula de alguna manera la permeabilidad de las membranas. (76 dinas por cm^2 ó más)

En presencia de una solución disociada, con elevada carga polar, (electrolito) La tensión superficial de dicha película de agua, es fácilmente superada. La condición dieléctrica del agua, es anulada, y el Hidróxido de Amonio reacciona directamente con las capas lipofílicas de la membrana, coagulando incluso el contenido de las mismas. (Lo cual altera su capacidad osmótica, convirtiéndolas en un virtual colador)

Esta actividad, crea condiciones que no han sido debidamente estudiadas, en relación con la nutrición de las plantas y de las floras del suelo, existiendo a la luz de las experiencias que documentamos, suficiente evidencia, como para justificar un estudio mucho más profundo del tema. La clave de este nuevo enfoque del estudio, es el cambio de la unidad de medida utilizada.

Se sustituye el **pH**, por **PO**, con lo cual estamos aplicando, a todo el sistema físico químico involucrado en este proceso, una nueva unidad de medida: **La Presión Osmótica, como parámetro de referencia para el estudio de las respuestas fisiológicas.-**

* * *

METODOLOGÍA Y MATERIALES.

El diseño experimental, se basó en la investigación sobre muestras de suelo inalteradas, que fueron analizadas en laboratorio, luego de ser sometidas a diferentes tratamientos, con productos químicos de alta capacidad de disociación iónica, en las soluciones acuosas del suelo. Algunos de ellos, como el Hidróxido de Amonio, capaces de producir elevadas presiones osmóticas a muy bajas concentraciones, y al mismo tiempo, ser fuente de nitrógeno aprovechable por las raíces de las plantas y floras del suelo, clarificaron el curso de los procesos naturales ocurridos en el suelo.-.

Otros, como la Glucosa y la Sacarosa, fueron utilizados junto con la Urea, por la razón contraria. El resultado fue un diferente comportamiento frente a las Membranas Biológicas, ya que al no ser electrolitos, (iónicamente activos) su capacidad interactiva con las superficies de las mismas, es exclusivamente debida al efecto físico de la P.O., por variación de su concentración en el agua del suelo.

En el caso de la Urea, como veremos, un fenómeno de hidrólisis posterior, modificó su comportamiento, razón por la cual se observó fitotoxicidad, y respuestas diferentes en la curva de la Presión Osmótica, (PO) que fuera registrada en el tiempo de duración de los ensayos.

Las parcelas, de 1.m². c/u. fueron mantenidas permanentemente sin vegetación, (carpidas superficialmente) y el muestreo se verificó a partir de las 24 horas del tratamiento inicial, con una frecuencia diaria, la primera semana, y una vez por semana las siguientes.

El diseño de los tratamientos, fue hecho al azar, en cuadrado latino, con tres repeticiones, y un testigo sin tratamiento alguno, en igual repetición. El volumen de las muestras analizadas, fue de 300 cc. de suelo, tomadas en tres niveles diferentes, hasta 20 cm. de profundidad, con 5 muestras por parcela para cada nivel.-////////////////////

//////////Todos los ensayos se realizaron sobre parcelas provenientes de cultivos normalmente destinados al mercado local, duplicando en cada caso la repetición, con arreglo a la siguiente secuencia operativa:

Parcelas provenientes de cultivos de primavera, con cultivos de Tomate, Pimiento, Repollo y Lechuga, se limpiaron a partir de Diciembre y Enero siguiente, para realizar los tratamientos de suelo. Parcelas provenientes de cultivos extensivos como el tabaco, soja y maíz, fueron limpiados recién en los meses de Febrero y Marzo del año siguiente, al final de cosecha.-

Parcelas provenientes de cultivos de otoño: La secuencia otoñal, se realizó sobre cultivos de huerta, iniciados en Febrero y Marzo, siempre sobre las mismas especies hortícolas: Tomate, Pimiento, Repollo y Lechuga, con el agregado en algunos casos de cultivos de hoja como Achicoria y Acelga. Las parcelas de estos cultivos fueron limpiados al fin del ciclo vegetativo de los cultivos, normalmente entre los meses de Julio y Septiembre.-

En forma simultánea, durante tres años se realizaron estos ensayos del período otoñal, sobre cultivos realizados bajo cubierta. El objeto de estos ensayos fue establecer alguna diferencia en las respuestas fisiológicas de los cultivos, eliminando los efectos del frío a la intemperie, y algunas heladas que en algún año mostraron ser muy eficaces en el control del nivel de infestación nematológica de los suelos. Se pudo determinar así, que los niveles de infestación por nematodos, al final del cultivo, en cada caso, para la infestación residual de los suelos bajo cubierta, (plástica) fueron altamente significativos.

Los niveles de infestación residual de los suelos en los invernáculos, fueron significativamente más intensos que en los suelos de cultivos a la intemperie. Por esta razón, los ensayos demostrativos de fitotoxicidad, fueron realizados durante dos años más, a fin de comprobar si la continuidad de los tratamientos, contribuía a reducir los niveles de infestación pos cosecha de dichos suelos. La respuesta fue altamente positiva.-

Los ensayos de tratamiento de suelos, cuando se utilizaron soluciones de Agua Amoniacal $\text{NH}_4^+(\text{OH})$, ó de “AGROAMMONIA”, (producto desarrollado patentado y Registrado, como Nematicida de Suelos en el Ministerio de Agricultura de la Nación, por el Centro de Investigaciones Nematológicas de Corrientes, que contiene un agregado de “Urea” en su formulación, fueron utilizados para tratar el suelo al final del ciclo vegetativo, en ambas secuencias, Otoñal y Primavera. Los resultados de estos ensayos, dieron una correlación altamente significativa, en cuanto a la paridad de la respuesta de ambos productos.- (No había diferencias significativas, en los conteos de infestación resultantes)

TRATAMIENTOS DE SUELOS REALIZADOS

Paralelamente, se realizaron ensayos de fitotoxicidad sobre Cultivares Demostrativos, en cada secuencia estacional. Estos ensayos fueron realizados sin diseño estadístico, vale decir, simplemente como “demostrativos”, (una parcela de cada especie vegetal) para verificar las respuestas fisiológicas de los cultivos, a las distintas formulaciones y dosificaciones del soluto empleado en cada caso.-

Desde el punto de vista edafológico, utilizamos un suelo extraordinariamente uniforme, típicamente arenoso, (sandy soil) con un peso específico promedio de 2,6 y una densidad aparente, media de 1,674 siendo la porosidad normal muy uniforme: del 35%. - Estos suelos tenían muy bajo contenido orgánico, muy sueltos, lo cual implica un factor estructural de muy poca variación.

El punto de saturación del suelo, era del 30%, (field capacity) dato que se estableció a fin de determinar los volúmenes de agua retenidos realmente por el suelo, y su dinámica en el proceso biológico, luego de su percolación inicial.

Los ensayos cubrieron un total de cuatro meses en dos estaciones, Marzo-Abril para la primera serie, y Octubre-Noviembre para la segunda.- No se consideró el efecto de las lluvias, por haber sido afectadas de la misma manera, todas las parcelas. La secuencia duró 5 años, con numerosos ensayos paralelos.-

Las dosis de los productos químicos utilizados, se ajustaron conforme a su naturaleza electroquímica.- Los no electrolitos, se dosificaron para mantener distintos niveles de **PO** en el suelo.- El Hidróxido de Amonio, se utilizó bajo la forma de Agua Amoniaca, titulada en función de su contenido de NH^3 . , dosificado para mantener una concentración inicial, del orden de los 430.ppm. de NH^3 ./litro de suelo. (Volumen)

El pH de los suelos testigos, obtenido en cada caso por medición directa, efectuada sobre las parcelas, fue de 5,5. - En cada caso, se midió el pH para cada muestra, in situ, y luego en laboratorio, para contrastar posibles variaciones que afectarían al muestreo.

El ensayo se repitió durante 5 años, (con 2 secuencias estacionales) variando para el $\text{NH}^4(\text{OH})$ nivel inicial de concentración, de tal manera que el segundo año, se inició con 344. ppm. titulado como NH^3 . , en el suelo, y aportado como NH^3 . en solución acuosa. El tercer año, se inició con 260. ppm. , el cuarto con 170. ppm. , y el quinto año con 100. ppm. equivalentes a 100 miligramos de NH^3 . por litro de suelo.-

DOSIFICACIÓN DEL $\text{NH}^4(\text{OH})$ Y CÁLCULO DE LA PRESIÓN OSMÓTICA.

OBSERVACIONES DE CAMPO SOBRE SU COMPORTAMIENTO.

El criterio de diseño para el nivel máximo de P.O., a obtener en las parcelas tratadas con NH^3 , partiendo de soluciones acuosas, se tomó de los anteriores ensayos efectuados sobre cultivos, donde quedó perfectamente establecido el tope máximo de NH^3 , en partes por millón, o lo que es lo mismo en miligramos por litro de suelo, (volumen aparente) calculado sobre una lámina de suelo de 20 centímetros de espesor, considerando, que la penetración normal del agua de riego, con que se aplicaba el producto, realmente llegaba a esta profundidad en forma efectiva.

Las experiencias anteriores efectuadas desde 1960, demuestran que concentraciones superiores a los 0,85 g/litro de suelo, en forma masiva en el agua de riego, para estos suelos en particular, alcanzaban un nivel de fitotoxicidad, no deseable.

En consecuencia, partiendo, de esa experiencia anterior, se adoptó ese tope. Efectivamente, cuando el agua reduce su volumen por percolación y evapotranspiración, hay una auto-concentración del $\text{NH}^4(\text{OH})$ Adsorbido en las partículas del suelo, o disociado en el agua intersticial, llega a concentraciones extremas, del orden de los 450/460 ppm. , circunstancia en que fueron observados síntomas de fitotoxicidad.

Sobre esta base experimental, establecimos para el caso, que con el agua del suelo, en el punto de "capacidad de campo", es decir, con un 30% de agua en sus poros, teniendo el suelo en cuestión, una densidad aparente de 1,674 y una porosidad del 35,6% (media) en el punto de saturación, tendríamos un volumen de agua total retenida, de 502,20 cc. por litro de suelo. A los efectos del cálculo consideramos que la Capacidad de campo es del 30%.

Determinada la cantidad de agua, que el suelo es capaz de retener en el punto de saturación, procedimos a establecer sobre la base experimental mencionada, la concentración de NH^3 a aplicar, y la cantidad de agua amoniacal a utilizar, de manera que, cuando el agua percole, en el punto de equilibrio de la pérdida de agua del suelo, (produciendo la auto concentración del soluto) quedaran disueltos y adsorbidos en el volumen de suelo, 430 miligramos de NH^3 , por litro de suelo.

Conforme a la dinámica del movimiento del agua en el suelo, establecimos que, para tener como resultado final 430.ppm de NH^3 /litro de suelo, era necesario aplicar soluciones con una concentración de:

$$0,430 \text{ g. } /. 502,20. \text{ cm}^3. = 0,856 \text{ g./litro de solución.}$$

Con este dato, procedimos a calcular la presión osmótica de la solución a ser aplicada, valor que por auto concentración producida a consecuencia de la percolación y fijación del NH^4 (OH) se iría incrementando a medida que el volumen de agua se redujera. Partiendo de esta base obtuvimos el siguiente dato de presión osmótica en el momento de su aplicación:

$$PO = \frac{0,856 \text{ g./litro} \times 22,434}{17} = 1,13. \text{ Kg/cm}^2. \quad (\text{Ec.6})$$

Detallado el procedimiento operativo, y metodología para la aplicación del NH^3 como Hidróxido de Amonio, en solución acuosa, establecimos una relación comparada de las respuestas biológicas, observadas en las floras del suelo. Las variaciones cuantitativas de la P.O., observadas en las distintas muestras de suelo, con especial énfasis en el efecto de estas variaciones sobre desarrollo de los nematodos, objeto y fin de esta investigación aplicada, fueron cuantificadas.-

Para su mejor interpretación, los resultados estadísticos observados, fueron compaginados en un cuadro demostrativo de las variaciones, registradas en el suelo, atendiendo a varios parámetros. La concentración del NH_3 , aplicado bajo la forma de Agua Amoniacal polarizada, fue mantenida en lo posible, a nivel de las 430. ppm, por litro de suelo.- (Volumen aparente)

.La **PO** de las soluciones del agua del suelo, contenida en las muestras, fue monitoreada in situ, mediante conductivímetro, y en laboratorio, mediante crioscopia, efectuando los recuentos biológicos, en fracciones alícuotas de la muestra.

Correlativamente, se verificó el contenido de humedad, a fin de establecer un control cruzado con los datos de campo, para descartar posibles afectaciones, por manipuleo de la muestra.

Las muestras "testigos", fueron procesadas simultáneamente, en todos los casos, no demostrando variaciones significativas, respecto de los niveles iniciales, de las distintas formas de vida presentes en el suelo.-

En el curso de los ensayos, después de 3 años de sucesivas experiencias, documentamos que la retención del NH^{4+} por las micelas del suelo, es una consecuencia de la polaridad negativa (-) de los suelos ácidos. Estos fenómenos de "adsorción", se producen efectivamente y quedan de manifiesto, por efectos de la percolación y evapotranspiración del agua del suelo.-

Estos procedimientos de control, fueron aplicados rigurosamente en el caso de los tratamientos de contraste, realizados con Urea, Glucosa y Sacarosa respectivamente.-

Los iones disociados del NH^{4+} , quedan fijados electrostáticamente a nivel de las micelas del suelo, a medida que el agua alcanza el equilibrio tensioactivo del sistema capilar de la estructura edáfica. El nivel de acidez del suelo, es proporcional a la cantidad de soluto retenido, según lo demostraron los análisis respectivos, realizados por distintos métodos, a fin de lograr mayor precisión en los resultados.

En muestras alcalinizadas con Cal, Dolomita Cálcica y Escoria de Thomas, la retención de NH^{4+} , fue sensiblemente menor, lo cual establece un patrón potencialmente válido para confirmar nuestra conclusión.-

* * *

RESPUESTAS BIOFÍSICAS

A LAS VARIACIONES DE PRESIÓN OSMÓTICA

(RESULTADOS EN MUESTRAS TRATADAS CON SOLUCIONES DE NH³.)

Las observaciones tabuladas, de acuerdo a lo que indica el diagrama en la figura 1, demuestran que hubo alteración en los niveles cuantitativos de las floras del suelo, desde las primeras 12 horas de su aplicación. La retención de humedad fue significativamente mayor en los suelos tratados que en los testigos.-

Dentro de las primeras 24 horas de efectuado el tratamiento inicial, se observó una reducción masiva, en todos los niveles cuantitativos de la flora Nematologica.- Esta reducción, llegó al 46% promedio, respecto de la media, en los "testigos".- La verificación fue efectuada, en recuentos fraccionados sobre alícuotas de muestras con 8 cc. de volumen aparente.- (2 x 2 x 2 cm.)

El límite inferior del contenido de humedad en las muestras, fue superior al 20% en peso, con una P.O media, del orden de los 1,72 Kg/cm². El contenido de humedad, fue sensiblemente superior al registrado en los "testigos", donde la media siempre estuvo por debajo del 20%, superando dicho límite en contados casos, por variación del contenido de materia orgánica en las muestras de suelo..

A las 72 horas, con días soleados, la reducción de la humedad, se registró en promedio, hasta un mínimo del 15%. - Las observaciones en este período, demuestran que se produce una reducción total, del 61% de la flora Nematologica, quedando como dominantes, (expresado como sinónimo de mayor cantidad en el recuento) las especies de nematodos saprófitos.

Esta dominancia, demuestra que existe una cierta adaptación biofisiológica, a las elevadas presiones osmóticas, en las especies de nematodos, netamente saprófitas.- El límite de humedad en las observaciones, se mantuvo, (dentro de las 48 y 72 horas) desde el inicio del tratamiento, en una media mínima, del 15% de humedad, con una **PO** en las soluciones del suelo, que alcanzó en promedio los 2,26 Kg/cm².-

En todos los casos, las diferencias de humedad en las muestras de suelos analizadas, cuando oscilaron entre el 20 y el 15%, marcaron diferencias significativas en el rango de conteo. El contenido de humedad en los suelos tratados, fue significativamente mayor que en los suelos testigos. La retención del agua, fue proporcional al contenido de solutos en el agua del suelo. El punto de "marchitez" fue notoriamente modificado en suelos tratados.-

El ordenamiento de los recuentos se hizo en función de los rangos de humedad, tomando como base los niveles indicados en la graficación horizontal de la Fig.1.- Por debajo del 20% de humedad, las alteraciones en las dominancias de las floras del suelo, fueron altamente significativas.

En días soleados, la variación de la humedad es muy rápida, en los estratos superficiales, hasta 10 cm. de profundidad.- Esto nos llevó a separar las series estadísticas de los conteos, agrupando los mismos en función del nivel en que se efectuaron: superficial ó profundo.

Algunas lluvias interfirieron en la secuencia de los recuentos, de suerte que en todos los casos, los mismos se contabilizaron al llegar al punto de humedad equivalente, continuando los recuentos a partir de ese punto.- Se considera que la interferencia de las lluvias no fue significativa, desde que afectaron por igual a todas las parcelas del ensayo.

Desde el punto de vista biológico, la respuesta en la reducción de las floras fue dramática.- Los nematodos desaparecieron del recuento, a medida que se produjo la "autoconcentración" del NH_4^+ , encontrándose algunas formas larvales de nematodos parásitos, y formas adultas de nematodos saprófitos.

La dominancia neta de los nematodos saprófitos, comienza por debajo del 20% de humedad.- A partir del descenso de la humedad al 15%, la dominancia neta se manifestó con la presencia de hongos parásitos y saprófitos, cuyo número de colonias, aparecía como demostrativo de una mejor resistencia al incremento de la PO

El gráfico, registra en la columna final, el nivel de reducción-total de las floras, siendo el dato cuantificado sobre promedios de conteo. Dentro de los distintos niveles de P.O. se agrupó el tipo de flora dominante, sin especificar ninguna cuantificación numérica.

Por debajo del 10% de humedad, la P.O se incrementó por encima de los 3,38 Kg/cm². punto donde literalmente han desaparecido los nematodos, apareciendo como netamente dominantes, los hongos saprófitos.-

Observaciones practicadas con una humedad, que oscilaba entre el 8 y el 10%, demostraron que en este nivel de PO, la curva de la reducción total de las floras, sé horizontaliza.- Con una PO tope, de 4,23 Kg/cm². Sólo se observaron en las plaquetas de conteo, abundantes colonias de hongos.

La reducción total en el balance cuantitativo de las floras, fue del orden del 95% del contenido inicial, vale decir que en ese punto, llegamos prácticamente a un nivel de esterilización virtual, de los suelos tratados. Los hongos del género Actinomicetes, y numerosas bacterias, aparecen como dominantes en las plaquetas de conteo.- El tope de **PO**. de las soluciones del suelo, por debajo del 8% de humedad, oscila entre 5 Kg/cm², y 5,6 Kg/cm².-En este punto, cabe acotar que aparecen en las muestras, numerosas formas de nematodos plasmolizados.-

Cuando la **PO**. supera los 6 Kg/cm², sólo aparecen en las plaquetas de cultivo, formas bacterianas perfectamente identificables, En el caso de los suelos tratados con **NH³**. polarizado, las nitrobacterias son dominantes, con presencia de Azotobacter sp. y clostridium sp.- En este nivel, no se efectuaron conteos ni determinaciones biológicas.

Es notorio, que cuando se utilizó para elevar la P.O, soluciones de Sacarosa o Glucosa, hubo correlación entre los valores de reducción en la flora Nematologica del suelo, no así, en lo que respecta a hongos y bacterias, ya que en estos casos, se observó un marcado desarrollo de las floras con especies afines a los azúcares.

Con una humedad del 15%, estos suelos acusan una **PO**. promedio, de 2,26 Kg/cm², y desde este punto, comienzan a observarse algunos efectos sumatorios de orden físico-químico. En condiciones de descenso brusco de la humedad, el agua del suelo se conserva más tiempo, cuando ha sido tratado con **NH³⁺** Polarizado. Tiende a ser más estable, y a evaporarse más lentamente, conservándose así, más tiempo, pero su disponibilidad para las plantas es significativamente menor.-

Este efecto correlativo, se debe al descenso de la presión de vapor en las soluciones acuosas del suelo, con lo cual se genera un elevado grado de retención del agua, muy similar, al que por su estructura, tiene la materia orgánica. Comprobamos, que si bien se conserva más agua en el suelo, la disponibilidad de ésta, por debajo del 15% de humedad, es muy relativa para su aprovechamiento por las raíces de las plantas.-

En este nivel de **PO.**, ($2,26 \text{ Kg/cm}^2$) la reducción efectiva de la flora Nematologica es evidente.- Esta reducción se mantiene, en tanto y en cuanto, los niveles de **PO.** no disminuyan por debajo de los $1,69 \text{ Kg/cm}^2$.-

En ensayos paralelos, se determinó que por encima de los $1,70 \text{ Kg/cm}^2$ de PO. se logra un control muy efectivo de la "reinfestación" de los suelos, que es el verdadero problema generado por el parasitismo nematológico. En este nivel, no hubo efectos fitotóxicos visibles, en las parcelas con cultivos asociados al experimento.

Esto permitió efectuar tratamientos de suelo, programados mediante cálculo previo de la **PO.**, consiguiendo en los ensayos realizados para la verificación de la fitotoxicidad, comprobar que en estos niveles de concentración del NH^3 , casi todos los cultivos son perfectamente viables, lo cual permite predecir que estamos ante un procedimiento, que mantiene el equilibrio biológico del suelo, y es altamente favorable para la obtención de sistemas radiculares sanos.-

Por arriba de los niveles de PO. señalados en el párrafo anterior, hemos verificado en ensayos paralelos, que ciertas plantas sensibles, presentan señales de efectos fitotóxicos, debidos a la acción del $\text{NH}^4(\text{OH})^+$. El primer síntoma en estos casos, es una plasmólisis transitoria, que puede ser eliminada mediante riego inmediato.

Por debajo del 10% de humedad en el suelo, con 430 ppm. de NH^3 . por litro (volumen) de suelo, los fenómenos de fase y tensión superficial, aumentan sensiblemente, lo cual contribuye a mejorar el efecto nematicida de la presión osmótica.

Sí las concentraciones del NH^{3+} , son superiores a 0,85 gr/litro en el agua del suelo, suelen producirse algunas reacciones del soluto, con la cutícula de los nematodos. Por efectos de su carga electrostática los solutos del agua del suelo, superan la tensión superficial de la capa de agua adsorbida sobre la cutícula, (76 Dinás por cm^2) penetrando el plano “hidrofílico” de la Membrana que recubre al nematodo.-

Cuando alcanza la capa “lipofílica” del plano interior de la Membrana, provoca un fenómeno inverso al de la plasmólisis que normalmente se observa con los solutos “no polares”, como la sacarosa o la glucosa. Aparentemente “coagula” los lípidos de la membrana, y la convierte en un virtual “colador”.-

En estos casos, la reacción induce la absorción de agua por vía bucal, ú otros orificios, provocando la destrucción del "coelostoma", incluso provocando la extrusión de cuerpo invaginado. Un tinte amarillento y la evidente "explosión del espécimen, denota este tipo de reacción.

La curva de reducción de los niveles cuantitativos, de las floras nematológicas del suelo, en función del tiempo transcurrido desde el inicio del tratamiento, resulta una línea casi recta a temperaturas de 20° C. del suelo. Se observó en los muestreos superficiales, un descenso inicial de la infestación, más rápido que en los profundos, (10-20cm.) hasta que finalmente se estabilizan ambos procesos, dando un gradiente similar para ambos niveles.

* * *

DOSIFICACIÓN DE LA GLUCOSA Y CALCULO DE LA PRESIÓN OSMÓTICA.

OBSERVACIONES DE CAMPO SOBRE SU COMPORTAMIENTO

En condiciones de suelo similares al ensayo con $\text{NH}^4(\text{OH})^+$, se utilizó como soluto, para producir la elevación de la **PO** en las soluciones de] suelo, Glucosa concentrada, de alta pureza.- Estas soluciones, por ser polarmente neutras, ofrecieron un comportamiento distinto, en lo referido a las respuestas biológicas, según se determinó en el análisis bioestadístico realizado. Los parámetros utilizados en el control, fueron los mismos que se adoptaron en los ensayos con $\text{NH}^4(\text{OH})^+$.

Para el cálculo de la Glucosa, a utilizar en las soluciones aplicadas en el tratamiento del suelo, se utilizó una fórmula derivada de la (*Ec.6*), que nos permite dosificar las cantidades de soluto a utilizar, para obtener una **PO** determinada de antemano.- **Obviamente esto constituyó una aproximación al cálculo real, ya que luego de muchos ajustes y pruebas, fue posible dosificar con la mayor exactitud dicha cantidad de Glucosa a utilizar.**

La fórmula derivada para el caso fué:

$$C = \frac{\text{PO X PM}}{22,434.} \quad (.Ec.7)$$

Donde:

C = Concentración en g/litro.

P.O. = Presión Osmótica (a obtener)

PM = Peso molecular del Solutio.

22,434 = Número de Avogadro.

Sustituyendo:

$$C = \frac{1,13 \text{ Kg/cm}^2. \times 180,16}{22,434.} = 9,07 \text{ g/litro}$$

Calculada la concentración de soluto que debe tener la solución, para obtener una **PO** no superior a los **1,13 Kg/cm²**, procedimos a establecer la cantidad de Glucosa, que retendría el suelo en el Punto de Saturación, **PS**. (Capacidad de Campo) en nuestro caso, con 30% en peso de agua retenida Igual a: **502,20 cm³**.
Resulta:

VOL. AGUA EN EL PS. X CONCENTRACIÓN DEL SOLUTO:

= Cantidad de Solute/Vol. de Suelo. (litros)

Sustituyendo:

502,20 cc. x 9,07 g./litro = 4.554,95 ppm de Suelo (Ec.8)

lo cual equivale a:

4.554,95 mg. = 4,55 g. de Solute por litro. (Vol.Suelo)

Esta concentración calculada, está dada en función de la **PO** deseada. Nó, de la máxima concentración de Glucosa, a partir de la cual se producen daños fitotóxicos. **Con este soluto, dicho nivel, se alcanzó por encima de los 22,78 g./Volumen de Suelo (litro), lo cual equivale a 22.784,81 ppm. de Glucosa, por litro de Suelo. (Volumen)** A partir de esta concentración se observan fenómenos de plasmólisis en las plantas. Estos efectos son reversibles por simple adición de agua.- En este aspecto, no se comprobaron daños permanentes, por injuria a los tejidos radiculares, como sucedió con las Soluciones Polares de **NH⁴⁺**.

Los ensayos demostraron en este tratamiento inicial, que en condiciones de buena saturación del suelo, no se producen en el mismo lapso de tiempo, iguales resultados que con las Soluciones Polares del **NH⁴⁺**. Cabe destacar, que se observó un distinto "patrón" de difusión de la Glucosa en el suelo, siendo su dispersión a través de la masa, (capilares) mucho más lenta y variable, que en el caso del **NH⁴⁺(OH)⁺**. En primera instancia, la Glucosa tiende a ser retenida en los capilares de los estratos superiores del suelo tratado.- Pasadas las 24 horas, la percolación, tiende a producir mayores acumulaciones de Glucosa en los estratos inferiores, (10-20 cm) y finalmente, al perder las condiciones de saturación en los niveles superficiales, la acción de los capilares, produce un incremento diferencial de las Presiones Osmóticas en las zonas saturadas.

Se observó que el proceso de "autoconcentración", por percolación y evaporación, del agua del suelo, no responde a los mismos gradientes, ni se produce con la misma uniformidad, con que se realiza en el caso de las Soluciones Polares. de $\text{NH}_4(\text{OH})^+$.-

La Glucosa es retenida en los capilares del suelo, "sin adsorción" a las partículas de suelo que forman estas estructuras.- Esto implica que la acción de cualquier aporte de agua suplementario, (lluvias) tiende a "lavar" el soluto, desplazándolo hacia los estratos inferiores.

En estas condiciones, se programó una secuencia de Tratamientos Diferenciales de los suelos, que permitió obtener con mayor precisión, una **PO.** uniforme para cada nivel de concentración deseado, sin necesidad de esperar que el fenómeno de "autoconcentración" se produjera.-

Con ello se obtuvieron valores de P.O. similares a los obtenidos por "autoconcentración" en los ensayos con Soluciones Polares de $\text{NH}_4(\text{OH})^+$, y se eliminó el problema de las notorias variaciones en la distribución de las concentraciones de Glucosa, que se observan, luego de producida la percolación y evaporación del agua del suelo. -

Por este medio, se obtuvieron condiciones del suelo, comparables para la evaluación bioestadística, en función de las curvas de Presión Osmótica equiparables a las generadas por percolación ó evapotranspiración. La evaluación de las floras del suelo, se realizó así, en condiciones similares, a las que naturalmente se producen, en el caso de los tratamientos con Soluciones Polares.

Siendo el objeto de estos ensayos, establecer un "patrón" del comportamiento de la flora Nematológica del suelo, mediante el cálculo matemático, aplicado a la obtención de Presiones Osmóticas con distintos valores y para distintos solutos, se calculó en este caso, una secuencia de seis tratamientos simultáneos, en parcelas de 1 m². c/u., con aplicación de soluciones de Glucosa, ajustadas a la siguiente escala de valores:

ENSAYOS CON GLUCOSA:

NIVELES DE PRESIÓN OSMÓTICA CALCULADOS (SOLUCIONES UTILIZADAS PARA ENSAYOS PARALELOS ACELERADOS)

PRESIÓN OSMÓTICA CALCULADA	CONCENTRACIÓN GLUCOSA g./l.	TÍTULO DE LA SOLUCIÓN %	HUMEDAD EQUIVALENTE %
1,13.Kg./cm ²	-9,07.g./l.	0,90.%	30.%
1,26.Kg./cm ²	13,57.g./l.	1,35.%	20.%
1,69.Kg./cm ²	18,15.g./l.	1,80.%	15.%
3,38.Kg./cm ²	27,14.g./l.	2,71.%	10.%
4,23.Kg./cm ²	33,97.g./l.	3,39.%	-8.%
5,01.Kg./cm ²	40,23.g./l.	4,23.%	-7.%

En estas condiciones eliminamos el factor de "autoconcentración" de la soluciones deL suelo, por percolación y evaporación, cuyo mecanismo biofísico, era disímil del de las Soluciones Polares. Obtuvimos así, un gradiente de **PO.** en el suelo, que era comparable, por la uniformidad lograda sobre toda la superficie de las parcelas, con los ensayos realizados con Soluciones Polares de NH⁴(OH).-

Las mediciones de la P.O. se efectuaron por Crioscopia, y Osmometría convencional, utilizando el Osmómetro de Pfeffer, con la membrana clásica, y las modernas de colodión. En todos los casos, debemos significar que la exactitud de estos procedimientos, dista mucho de lo óptimo deseado, ya que sin lugar a dudas, el comportamiento de las Membranas Biológicas, es totalmente distinto del de las membranas semipermeables utilizadas en estos instrumentos.

De hecho estimamos que los valores de **PO.** logrados con este instrumental primario, no reflejan de manera alguna, la realidad de lo que acontece en los procesos biológicos, que son afectados por las variaciones de la **PO.** Para una mejor interpretación de los efectos generados por las variaciones de la P.O., se ilustra en la Figura 2, un esquema de las respuestas biofisiológicas observadas en las floras del suelo, con especial énfasis en la nematológica, motivo de nuestro interés.- Los niveles de P.O. analizados, corresponden a los logrados por medio del tratamiento de los suelos del ensayo, con soluciones de Glucosa aplicada con diferentes títulos de concentración de soluto, según se indica en el cuadro de datos tabulados.-

ENSAYOS CON SOLUCIONES DE GLUCOSA: RESPUESTAS BIOFISIOLÓGICAS.

En la práctica, los resultados finales de los ensayos realizados con Soluciones de Glucosa, dieron respuestas biológicas, similares a las logradas con Soluciones Polares de $\text{NH}_4(\text{OH})^+$. Cuando la **PO.**, superó los **4,23 Kg/cm²**, la reducción de las floras nematológicas en el suelo, alcanzó al 70% del total, **y fue lograda, siempre que la exposición a tal nivel de P.O., se mantuviera durante un mínimo de 36 horas seguidas.** Caso contrario, los resultados de la reducción, se vieron muy afectados por la recuperación de los especímenes, cuando fueron colocados en un medio óptimo, o simplemente agua pura.

Por debajo de los **2 Kg/cm²**, se observó que las formas juveniles y en particular los huevos, no resultaron mayormente afectados, en especial, si el tiempo de exposición a dichas presiones, era menor de 72 horas. El estado letárgico, desapareció al volver a presiones osmóticas de **1,5.Kg/cm².**-

Esto no sucedió con las Soluciones Polares, que afectaron la viabilidad de los huevos a partir de los **2.Kg/cm²**, tornándolos totalmente estériles, cuando su exposición a Presiones Osmóticas, fueron superiores a los 3.Kg/cm², durante un lapso mayor de 24 horas. Cuando la **PO.** fue superior a los **5.Kg/cm²**, el nivel de reducción de la flora nematológica del suelo, fue total.- No hubo manifestaciones vitales, ni recuperación de los especímenes, ni huevos viables.- Estos resultados fueron permanentes, sin excepción, cuando la exposición a tales niveles de **PO.**, se mantuvo por lo menos durante un lapso de 12 horas.-

Por otra parte fué notorio, que la "reinfestación" de las parcelas tratadas con soluciones glucosadas, resultó mucho más rápida, que en las tratadas con Soluciones Polares, manteniendo los niveles de reducción, durante un lapso mucho menos prolongado, en el primer caso.-

Se observó una reactivación muy intensa en la actividad de las floras fúngicas y bacterianas del suelo.- Pareciera que la actividad biológica de las floras del suelo, activadas por la presencia de azúcares, (Glucosa) influía sobre la degradación del soluto, en detrimento de la capacidad osmótica de las soluciones.

Es evidente que las Membranas, resultan ser biológicamente activas, en cuanto a sus respuestas a los distintos niveles de P.O.- Esto estaría confirmando la validez de la tesis, que señala a la Membrana de los seres vivos, como una "constante" en relación con el medio.- Fue comprobado, que los efectos logrados con uno y otro soluto, (polar y no polar) se ven afectados sensiblemente por las componentes coligativas de las soluciones del suelo.

Según la naturaleza y el tipo de estructura y agregación de los suelos, resultan efectos físicos notoriamente incrementados o viceversa, de suerte que la Presión Osmótica, como unidad de medida absoluta, aparece afectada por el tipo de estructura edáfica. Cuando se mide por crioscopía en una muestra de suelo, el nivel de presión osmótica resultante, no corresponde únicamente al efecto coligativo de la solución. Incluye los valores de la Tensión Superficial del solvente (agua) en los sistemas capilares del suelo. Estos efectos han sido identificados como "Matric Suction" y "Water Potential", ya explicados.-

No hubo muestras de fitotoxicidad por debajo de los 4 Kg/cm², en los tratamientos con soluciones glucosadas.- Por arriba de ese nivel de P.O., se observaron síntomas de plasmólisis en el follaje de las plantas, situación que fue revertida con la simple edición de agua suplementaria.

Controles realizados sobre los sistemas radiculares en numerosas variedades de plantas, demuestran que no se producen daños a las mismas, cuando la **PO.** no excede de los **6 Kgm/cm².**- En casos de mayor concentración de soluto, fueron visualizadas lesiones de tipo superficial, en las raíces secundarias y raicillas de algunas plantas, resultando afectado en especial, todo tejido radicular tierno.-

Curiosamente, la piloriza de muchas de las plantas observadas, normalmente afectada por las soluciones polares, no resultan dañadas por la no polares.- Finalmente, debemos consignar que cuando los síntomas de plasmólisis persisten durante más de 48 horas, se produce un daño radicular, consistente en la formación de una cutícula corchosa, con o sin cambio de coloración, que revela la existencia de un proceso secundario de acción periférica, originado por el tiempo de permanencia de las raíces, bajo la acción de la **P.O.** de las soluciones del suelo.

DOSIFICACIÓN DE LA SACAROSA Y CÁLCULO DE LA PRESIÓN OSMÓTICA.

OBSERVACIONES DE CAMPO SOBRE SU COMPORTAMIENTO

Para el cálculo de la Concentración de Sacarosa, en las soluciones utilizadas en los ensayos con este soluto, se utilizó la fórmula derivada de la (Ec.6), resultando necesario disponer, para obtener una Presión Osmótica inicial de 1,13.Kg/cm², de una concentración inicial de:

$$C = \frac{1,13 \text{ Kg/l.} \times 342,30}{22,434} = 17,24 \text{ g./l.} \quad (\text{Ec.7})$$

Por las mismas razones observadas en el caso de la Glucosa, fue necesario programar una secuencia de tratamientos, con Soluciones de Sacarosa, ajustadas para obtener niveles de **PO.**, similares a los generados por autoconcentración con las Soluciones Polares de NH⁴⁺.-

Calculada la concentración del requerida del soluto, corresponde calcular la concentración absoluta del mismo, por Volumen de Suelo, que se produciría al momento de disminuir los excesos de solución, por efectos de la percolación, alcanzando una Humedad Equivalente, equiparable a la Capacidad de Campo, para el caso 30% en peso, por volumen de suelo.(litro)-

De donde:

$$502,20 \text{ cc.} \times 17,24 \text{ g./l.} = 8.657,92 \text{ ppm} \quad (\text{Ec.8})$$

Lo cual equivale a:

$$8.657,92 \text{ mg.} = 8,66 \text{ g. de Solute /Vol. de suelo.(litro)}$$

Esta concentración del Solute, está dada en función de la **P.O. deseada**, y no representa el tope máximo de concentración con riesgo de daños fitotóxicos para las plantas.- Con este Solute, (Sacarosa) dicho nivel de fitotoxicidad, apareció cuando las concentraciones absolutas en el suelo, generaban más de 6 Kg/cm². de presión, lo cual equivale a una concentración superior a las **51.872. ppm.** de soluto, por Volumen de suelo.

ENSAYOS CON SACAROSA:

NIVELES DE PRESIÓN OSMÓTICA CALCULADOS

Siguiendo el mismo procedimiento adoptado para el caso de la Glucosa, también con la Sacarosa, se realizaron seis ensayos simultáneos, aplicando las siguientes concentraciones en las soluciones utilizadas:

PRESIÓN OSMÓTICA CALCULADA	CONCENTRACIÓN SACAROSA g./l.	TÍTULO DE LA SOLUCIÓN %	HUMEDAD EQUIVALENTE %
1,13.Kg./cm ²	17,24 g./l.	1,72.%	30.%
1,26.Kg./cm ²	25,78 g./l.	2,57.%	20.%
1,69.Kg./cm ²	34,48 g./l.	3,44.%	15.%
3,38.Kg./cm ²	51,57 g./l.	5,15.%	10.%
4,23.Kg./cm ²	64,54 g./l.	6,45.%	-8.%
5,01.Kg./cm ²	76,44 g./l.	7,64.%	-7.%

En cada caso, se aplicó una cantidad de solución dosificada, según el Título de concentración indicado en el cuadro precedente, y verificada su **PO.**, por Crioscopía y controlada por Osmometría, según hemos descrito para la Glucosa.

Los ensayos se realizaron en parcelas de 1.m², y el muestreo se tomó como estaba programado, en dos niveles: Uno superficial, hasta 10 cm., y otro profundo de 10 a 20.cm.- Cuando las lluvias interfirieron con la secuencia, se repitió en parcelas nuevas, procurando mantener las repeticiones con la misma temperatura media en los 10 cm. de profundidad.-

Dentro de la gama de datos de orden práctico observados, cabe destacar por su importancia físico-biológica, que al aumentar la **PO.** de las soluciones del suelo, se produce una mayor retención de agua en los sistemas capilares, El incremento de la tensión superficial de la solución. En algunos casos, los suelos, a pesar de tener un porcentaje superior al 20% de humedad, generaban síntomas de marchitez en las plantas. La misma, no estaba disponible para las raíces de las plantas, reflejándose esta circunstancia, en notorias plasmólisis del sistema foliar.-

* * *

ENSAYOS CON SOLUCIONES DE SACAROSA: RESPUESTAS BIOFISIOLÓGICAS

A niveles de PO. superiores a los 4 Kg/cm², una reducción del 67% de] total de la flora nematológica, sólo se logró después de 48 horas desde el inicio de] tratamiento. Esto implica que la Presión de Difusión de la Sacarosa, es menor que la de la Glucosa, y su capacidad de interacción con los especímenes, mucho más lenta.

Por debajo de los 2 Kg/cm². de **PO**, la reducción fue aparente, pues si bien, los especímenes estaban inmovilizados al momento de su extracción, pronto recuperaron su motilidad, no alcanzando en total a una reducción del 20%.

Los ensayos de incubación practicados con las colectas de huevos, demostraron que la casi totalidad de los mismos era viable, conservando de hecho su vitalidad.- Cuando las observaciones se efectuaron mucho más allá de las 72 horas, no se observó que la permanencia en estos niveles de P.O., ejerciera una acción letal acumulativa.

Por arriba de los 5 Kg/cm². de **PO.**, se observan en muestras tratadas con Sacarosa, síntomas de plasmólisis transitorias en las plantas, perfectamente recuperables, si se adiciona agua suplementaria.- Esta sintomatología, cuando se mantuvo más de 72 horas sin corregir, dio lugar lesiones permanentes en los sistemas radiculares, que no necesariamente significan la muerte de las plantas.-

La concentración máxima de Sacarosa en este nivel de tratamiento, alcanzó a los 43.294.ppm. de suelo, siendo finalmente fitotóxicas concentraciones mayores que 51.872.ppm de suelo, según puede observarse en el Gráfico de la figura N° 3.

- El proceso de "autoconcentración" de la Sacarosa, tiende a ser influido por la acción de los capilares, que provocan una cristalización del soluto, cuando los contenidos de humedad bajan del 6%, punto al cual se llega exclusivamente por evaporación, ya que por debajo del 10% de humedad en el suelo, el fenómeno de percolación no se produce.-

DOSIFICACIÓN DE LA UREA Y CÁLCULO DE LA PRESIÓN OSMÓTICA.

Los ensayos realizados con Urea al 45%, fueron dosificados de igual manera que en los casos anteriores, con el objeto de obtener una **PO.** inicial de **1,13 Kg/cm².** en la solución del agua del suelo, cuando ésta alcanza el punto de saturación, o Capacidad de Campo. Aplicando los términos de la **(Ec.6)** obtuvimos para una solución de Urea pura, es decir, formulada al 100% de su contenido en peso, los siguientes valores:

$$C = \frac{1,13 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 60}{22,434} = 3,022 \text{ g./litro.} \quad (\text{Ec.6})$$

Aplicando la **(Ec.7.)**, calculamos la concentración inicial por Volumen de Suelo, (litro) sobre la base de Urea al 45.%, es decir, multiplicamos:

$$502,20 \text{ cc.} \times 3,022 \text{ g/l.} = 1.517,64 \text{ ppm. de Suelo.} (\text{Ec.7})$$

Lo cual equivale a:

$$1.517,64 \text{ ppm.} = 1,51764 \text{ g./Vol. de Suelo (litro)}$$

En el punto de saturación. Cotejando el volumen de Urea por Ha. resultante de este cálculo, a fin de establecer un patrón de comparación, con las dosis normales de Urea utilizada como abono, (200 Kg/Ha) resultó la siguiente proporción:

$$1,517 \text{ g./litro de suelo} = 151,7 \text{ g/m}^2 = 1.517 \text{ Kg/Ha. de Urea.}$$

A la luz de la experiencia, resultaba obvio, a priori de los ensayos, que el fenómeno de fitotoxicidad, estaba implícito con semejantes dosis de Urea por Ha.- No obstante, iniciamos la serie de experiencias, con miras a establecer los efectos de la P.O. sobre la flora nematológica, partiendo de soluciones con 3,022 g/l (mínimo), hasta 18,1 g/l.(máximo) de concentración.

Los resultados fueron computados en un Gráfico, (Fig.4) en el cual se sintetiza la dinámica de los efectos de la P.O en el suelo.-

Un análisis preliminar de los resultados del ensayo, demuestran, que en función de la naturaleza química de los compuestos utilizados, Hidróxido de Amonio y Urea, el contenido neto de "Nitrógeno" aportado por ambos, está dentro de un rango no equivalente. La condición de "Solución No Polar" generada por la Urea, produce efectos exclusivamente físicos. Actúa como un "soluto neutro", o "no electrolito".-

Por efecto de la potenciación que determina la alta "Polarización" de las soluciones acuosas del Amoníaco, $[\text{NH}^4(\text{OH})^+]$ producida al disociarse la Urea, (por hidrólisis) en función de la actividad de las ureasas, el "patrón" de actividad y respuestas fisiológicas de las floras del medio, cambia radicalmente de velocidad y efectos.-

En su forma primaria, el NH^3 contiene un 82% de Nitrógeno, mientras que la Urea, sólo alcanza en nuestro caso al 45%. A las dosis utilizadas, resulta entonces que:

$$\text{NH}_3: 430 \text{ ppm./l. suelo} = 43.91 \text{ g/m}^2 = 430 \text{ Kg/Ha.} \times 0,82 = 352,6 \text{ Kg/N/Ha.}$$

$$\text{UREA: } 1.517 \text{ ppm./l.} = 151,7 \text{ g/m}^2 = 1517 \text{ Kg/Ha.} \times 0,45 = 682,5 \text{ Kg/N/Ha.}$$

Es decir, que en función de la cantidad de Urea/Ha. utilizada como soluto neutro, debía preverse un marcado efecto citotóxico. Esto efectivamente sucedió. Cuando la Urea comenzó a ser disociada por efecto de las ureasas, presentes en el suelo, se produjo una situación complementaria, que posteriormente fue estudiada experimentalmente. Para calibrar la metodología de cálculo matemático de los niveles de **P.O.**, se determinaron las cantidades de Urea a ser utilizadas, para generar la cantidad exacta de $(\text{NH}^4)^+$, a partir de Urea como soluto generador, ello en función de los compuestos finales de la disociación iónica.-

En los ensayos calibrados como "soluto neutro", se utilizaron simultáneamente, soluciones con 8 niveles de concentración distintas, según se detalla en el Cuadro de la Figura 4.- Con este procedimiento, se simularon concentraciones absolutas, en el punto de Capacidad de Campo, (30% de agua en peso) que variaron desde las 1.517,ppm a las 9.093.ppm de suelo, obteniendo así un patrón de **P.O.**, similar al que se produce por "autoconcentración", Luego de la percolación y evaporación del agua del suelo, en forma instantánea.-

Estas, concentraciones obviamente fitotóxicas, fueron utilizadas para establecer correctamente, el efecto nematicida de la Urea sin disociar. Como soluto "no polar". Esta situación se mantiene, en tanto las ureasas no disocian su molécula. Los distintos niveles de PO. calculados por este procedimiento, se alcanzaron en forma instantánea, observándose que en el término de dos horas, a temperaturas de suelo de los 20 °C., era evidente la presencia de NH^{4+} , fácilmente detectable con reactivo de Nessler y talco, en el suelo-

En esas condiciones, todas las observaciones expresadas en la Figura 4, se efectuaron dentro de las 36 horas de iniciado el tratamiento.- A partir de ese momento, los fenómenos de hidrólisis de la Urea, potenciaron su acción produciendo severos síntomas de "quemado" en los suelos del ensayo.

La secuencia de observaciones, en estos ensayos con soluciones de Urea, "No Polares", se realizó en las mismas condiciones diseñadas, para los realizados con Glucosa y Sacarosa. De esta manera, se eliminaron los efectos potenciadores de la "Polarización", que se produce cuando las moléculas de la Urea, son disociadas por la ureasa, generando NH^{4+} . naciente.-

Si el tiempo de la observación de los efectos fisiológicos, se demora más allá de las 36 horas, con temperaturas de suelo, superiores a los 20°C., los resultados son distorsionados, no ya por los fenómenos de "autoconcentración" del soluto en el agua del suelo, al producirse la percolación y evaporación, sino por los elevados niveles de PO. que genera el NH^{3+} , naciente.-

Debe recordarse que el NH^{3+} disociado, con su correspondiente carga polar, no puede existir libremente en el suelo, por su extremada avidez de agua. Automáticamente se convierte en $[\text{NH}^4(\text{OH})^+]$.-

El NH^{4+} , como ión disociado, es precisamente por su alta capacidad Polar, el que potencia todas las propiedades coligativas de la solución del suelo, resultando así, ser el factor que cambia fundamentalmente las condiciones del medio acuoso, que regula las respuestas biofisiológicas, del comportamiento vital, que intentamos calcular matemáticamente. Los ensayos posteriores, con Urea como soluto, fueron diseñados en función de la concentración de $\text{NH}^4(\text{OH})^+$ final, que resulta de la disociación iónica de la Urea. Se calculó a razón de 430 ppm. de soluto por litro de suelo, para lograr una PO. de 1,13, Kg/cm² final, siguiendo luego el proceso de "autoconcentración", en forma similar al efectuado para el Amoníaco.-

ENSAYOS CON SOLUCIONES “NO POLARES” DE UREA:

RESPUESTAS BIOFISIOLÓGICAS

Por debajo de los 2.Kg/cm² de PO., la reducción apenas superó el 30% del conteo, realizado en las muestras testigos, (promedio) no alterándose la proporción residual de nemas, presentes en el suelo, según se indica en el Gráfico de la Fig.4.- En este nivel de **PO.**, casi un 20% de los especímenes recuperados, recobraron su motilidad, dentro de las 3 horas de colocados en agua pura.- El promedio final está dado sobre la reducción neta computada, que de 52% bajó a 32%.

Por encima de los 3.Kg/cm² de P.O., la reducción final fue más marcada, lográndose un promedio del 58% respecto del conteo total, en las muestras testigo. En este caso, los recuperos de motilidad, fueron mucho menores que en el nivel inferior de P.O., no siendo significativos, cuando el muestreo se realizó a las 36 horas después de iniciado el tratamiento.

Entre 3 y 4 Kg/cm² de PO., los recuentos finales computan una media del 69%, de Reducción Total de la flora Nematológica, sin recuperos de motilidad, cuando los recuentos se realizaron después de las 12 horas de realizado en ensayo.

En el nivel comprendido entre los 4 y 5.Kg/cm², la Reducción alcanzó un promedio del 77% del total de la flora presente en las muestras tratadas. Desaparecieron las especies parásitas de nematodos, y eventualmente, los especímenes encontrados, fueron extraídos de restos de materia orgánica, y de las masas radiculares existentes en el suelo.

Esto implica que la acción de la **PO.**, en este nivel, es efectivo. Incluso en las formas parásitas, contenidas en restos de raíces o materia orgánica en el suelo. **Cuando la P.O. superó los 5 Kg/cm²**, desde el primer recuento, efectuado a las 12 horas, se superó el 90% de reducción total, del contenido de nematodos, en comparación. con las muestras testigo.- En este punto, comienza a observarse un notorio incremento de las Bacterias, (Azotobacter).-

Por arriba de los 5.Kg/cm², la Reducción de la flora Nematologica fue total, observándose en los muestreos realizados a las 36 horas y posteriores, que la presencia de Nitrobacterias, era dominante. Las aislaciones de colonias de hongos, demostraron que su presencia fue también reducida en comparación con los conteos realizados en las muestras testigos.

Las curvas de respuesta biológica tomadas desde las 36 horas en adelante, para la menor concentración utilizada, (3,022.g/l de Urea) demostraron que se produce un incremento de la **PO.**, que responde a la presencia de NH^{4+} . derivado de la hidrólisis de la Urea en el suelo. Pasadas las 48 horas, con 25°C de temperatura en el suelo, y una humedad del 20% promedio, las curvas de **PO.** comenzaron a variar en forma no calculada. A las 72 horas, se había alcanzado una **PO.** superior a los 5.Kg/cm². Esta variación, para un nivel de "autoconcentración" por reducción de la humedad del suelo, al 20%, era superior a lo obtenido en los ensayos, con soluciones de NH^{4+} .-

La observación de un brusco descenso, del número de nematodos y hongos, indicaron con certeza, una alteración de la acción de la Urea en el suelo, que producía efectos mucho más intensos, que el normal de la **PO.** Las formas nematológicas, aparecían literalmente "quemadas". con plasmólisis total.-

Las masas gelatinosas de huevos, de los Géneros Heterodera sp., aparecían totalmente disgregadas, lo cual nos llevó a distinguir los efectos de las soluciones "no polares", de la Urea, respecto de las del $\text{NH}^4(\text{OH})^+$, toda vez que en las primeras, por simple **PO., igual que en las soluciones "no polares" de Glucosa y Sacarosa, en ningún momento se produjeron semejantes efectos disociantes, o desagregantes, inclusive con destrucción de los huevos.-**

La respuesta biológica, desde 36 horas en adelante, para la concentración utilizada, (0,955.g/l de Urea) calculada para alcanzar en el punto de saturación del agua del suelo, una concentración de 430 ppm. de NH^{3+} , a partir de Urea disociada, indica que se produce un incremento de la **PO.**, que responde a la presencia de NH^{4+} , derivado de la hidrólisis del soluto. Después de las 36 horas, la disociación de la úrea, se aproxima al nivel de 430 ppm. de NH^3 en el suelo.-

A partir de las 72 horas, y hasta los 10 días siguientes, el efecto más notorio, fue una evidente dominancia de las bacterias nitrificantes, con signos de "esterilización" del suelo.- Incluso, se apreciaron en la superficie de las parcelas, resacas negras, de materia orgánica, acumuladas después de una lluvia. Este afloramiento es clásico, de los suelos "quemados", cuando se aplica amoníaco gas, por inyección.

Esto nos llevó a investigar los niveles de NH_4^+ , presentes en el suelo, encontrando que efectivamente, se estaba generando amoníaco naciente, obviamente por hidrólisis de la Urea incorporada al suelo, al efectuar el tratamiento con una solución cuya concentración inicial no pasó de los 3,022.g/l.-.

La hidrólisis de la Urea, por acción de las ureasas presentes en el suelo, es un hecho que se produce indefectiblemente en función del tiempo de permanencia y temperatura del suelo, tornando al soluto, inicialmente "neutro" (no polar) en amoníaco naciente, lo cual explica además, la fitotoxicidad que aparece asociada al incremento, no sólo de la P.O, sino también de los efectos coligativos de las soluciones que lo contienen.

Ensayos posteriores realizados con diferentes concentraciones de Urea, dosificadas en mucho menor escala, permitieron calibrar la metodología para el cálculo matemático de las Presiones Osmóticas finales, visando obtener un adecuado poder nematicida, sin los inconvenientes de la fitotoxicidad que trae aparejado el uso indiscriminado del producto.-

El uso de Urea como soluto "neutro", calculadas como "Soluciones No Polares", es decir, ignorando su posterior disociación por efecto de la ureasa del suelo, es un procedimiento inviable.

El efecto fitotóxico resultante, obliga a considerar que la Urea, como nematicida de suelos, deberá ser utilizada considerando las curvas de Presión Osmótica, resultantes de los procesos de disociación iónica, producidos por la acción de las ureasas del suelo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES FINALES

Evidencian las experiencias precedentes, la existencia de distintas respuestas biológicas, para distintos solutos en el agua del suelo. Las reacciones fisiológicas que son capaces de generar, por efecto de la **PO.**, tanto los nematodos como las diferentes floras del suelo, tienen un común denominador, que regula sus reacciones en cada caso: **La Membrana Biológica.**

Desde el punto de vista fisiológico, observamos una mayor actividad, en las soluciones que contienen iones disociados. (polares) Su acción es mucho más potenciada, que la producida por la acción exclusiva de la **PO.**, En el caso de las soluciones “no polares”, no se observan reacciones del soluto, con las capas lipídicas de las membranas. En ambos casos, existe un paralelismo en los resultados, respecto de las condiciones observadas en el desarrollo de las floras del suelo, encontrando, que tanto nematodos como hongos parásitos, son mucho más sensibles a la elevación de la **PO.**, que las formas saprófitas de cada especie.

Teóricamente, a igual P.O. debiera obtenerse igual respuesta biológica o fisiológica, independientemente de los solutos utilizados en cada caso.- Esto no es así, pues las respuestas de las Membranas Biológicas no son las mismas para distintos solutos y mucho menos, cuando se trata de solutos con elevada capacidad de difusión, que incluso, pueden reaccionar químicamente con los compuestos de la propia Membrana.

Para demostrarlo, y siempre tomando la Membrana como una Constante de referencia, común a todos los seres vivos, analizaremos lo que pasa con un nematodo muy común en nuestros suelos, (*Xipinema* sp.) cuya cutícula es una membrana perfectamente estudiada, y por el tamaño de los especímenes ha permitido visualizar, algunos de los fenómenos que comentaremos.

Desde el punto de vista físico-químico, existe una interfase de agua pura, entre la solución y la Membrana de un nematodo.- Esta capa de agua pura, tiene un espesor que varía entre 20 y 500 Ångstrom, en términos extremos, dependiendo de las condiciones físicas del suelo.-

El agua pura, tiene una tensión superficial de 72,8 dinas por cm^2 , y actúa como una barrera natural, para la difusión de los solutos sin carga electrostática, tales como la Glucosa, la Sacarosa, y la Urea en soluciones no polares.- Ello se debe, a que por la elevada tensión superficial de la delgada lámina de agua, genera una cohesión física tan elevada, que literalmente actúa como una membrana más, debido a la gran cantidad de energía acumulada, bajo la forma de tensión superficial.

El gradiente osmótico, nos dará entonces una condición de flujo hidrodinámico, que se verá limitado por la resistencia a la difusión de los solutos, por la interfase **agua/Membrana** mencionada, ya que la misma, por su condición de agua pura, no mezclada con el soluto, está firmemente adsorbida a la superficie de la Membrana ó cutícula del nematodo.

En estas condiciones, podrá apreciarse que en el caso de un soluto como el NH^{4+} , con elevado potencial electrostático, la presión de difusión iónica, se sumará a la capacidad de penetración puramente física, que genera la **PO**, en la zona del agua adsorbida, que actúa en cierto modo, como "**osmo reguladora**", que por su elevada tensión superficial, impide la penetración del soluto. A su vez, la cutícula, tiene grupos iónicos cargados de energía polarizada, que crean campos electrostáticos, de mucha selectividad en cuanto a la permeabilidad iónica de los solutos.

Otro factor presente en la potenciación de los iones polarizados, como el NH^{4+} , es el "**poder mojante**", que se produce por efectos de la reducción de las Tensiones Superficiales, en las soluciones con iones altamente disociados, y cargados con energía polar.

Una Solución que contenga 1,72% en peso de NH_3 , a 18°C ., con 9,51% de NH^3 , disociado como NH^{4+} , reduce la tensión del agua pura de 72,8 dinas/ cm^2 , a sólo 69,85 dinas/ cm^2 ., lo cual indica la existencia de un factor "mojante", que en concentraciones elevadas, genera fenómenos de superficie, incluyendo reacciones químicas directas del soluto, con los grupos lipídicos, de la cutícula y Membrana de los nematodos. (la disuelven)

Estos fenómenos físico-químicos, no se presentan en el caso de las Soluciones de Glucosa, Sacarosa y Urea. (esta última sólo cuando es “no polar”, vale decir que el soluto no se ha hidrolizado generando NH^{4+}) En el caso de la Urea, se presenta inicialmente una respuesta fisiológica, originada en la **PO.** de la solución, de acción puramente física.-

De allí, que su acción se limite a un efecto, puramente "osmótico", por el cual se generan presiones hidrostáticas, de naturaleza puramente física, resultando su acción lenta, y los procesos letales, en muchos casos reversibles, por simple disminución de tales presiones.

Al producirse la hidrólisis del soluto, el (NH^{3+}) generado en el proceso, reacciona con la Membrana Biológica, que constituye la cutícula de los nematodos. (Esto es válido para todos los seres vivos del suelo.) De hecho, reacciona directamente como ión disociado, con la capa lipídica de las Membranas, apareciendo éstas en el microscopio, como una lámina amarillenta, de bordes difusos, que identifica perfectamente este tipo de reacción.

A concentraciones mínimas, por debajo de 0,64.Kg/cm², la tensión superficial del agua adsorbida a la cutícula, es más que suficiente para neutralizar la acción de las moléculas disociadas del NH^{4+} , circunstancia que explica el porqué, de la poca o casi nula acción, de las soluciones polarizadas a bajas concentraciones.

En estos casos, hemos observado que su acción letal es de tipo “bloqueante “, penetrando la capa de agua adsorbida a la cutícula, y desplazando el oxígeno presente en las superficies cuticulares.- Este proceso se ve potenciado por la extraordinaria afinidad del NH^{4+} , con la parte hidrofílica de la capa externa de las membranas, aparentemente, bloqueando los elementos constitutivos del sistema respiratorio de los nematodos.-

A concentraciones mayores, su acción "bloqueante" se transforma en "reactiva", puesto que puede reaccionar con los lípidos de la Membrana, precipitándolos y disolviéndolos, con lo cual destruye la membrana, generando flujos hidrodinámicos, capaces de plasmolizar la vacuola interna.-

En concentraciones elevadas, el NH^4+ reacciona químicamente destruyendo la Membrana. Coagula y precipita las capas lipídicas, luego de superar la película de agua, adsorbida a la membrana cuticular de los nematodos. Esto es fácilmente apreciable en la platina del microscopio, cuando se coloca una forma adulta, en solución de $\text{NH}^4(\text{OH})^+$, con **PO.** superior a los 5 Kg/cm².

Normalmente, se produce primero, la distensión de las paredes cuticulares, el espécimen dobla su tamaño y desaparecen las corrugaciones transversales y aparece una coloración amarillenta en la estructura de la cutícula, color que adquiere diversos grados de intensidad, virando finalmente al amarillo-marrón, y se difunde por todo el pseudocoele.

Esto implica que ha habido una reacción química del soluto, con los lípidos de la membrana cuticular, a los cuales ha disuelto, y luego se ha difundido en el humor interno del espacio invaginado, dejando transparente, el retículo proteico de la estructura cuticular.

Cerrando esta discusión, cabe consignar que conforme a las conclusiones obtenidas en los ensayos de campo y laboratorio, se ha podido demostrar, que es posible desarrollar una metodología apropiada, para calcular matemáticamente, condiciones fisicoquímicas óptimas, en suelos tratados para obtener determinadas condiciones de hábitat, con solutos adecuados, que permitan el equilibrio biológico ideal, para resolver el problema del parasitismo endémico, sin producir efectos contaminantes que alteren la fertilidad del suelo, y por ende la vida del hombre en el planeta.

Este trabajo ha sido actualizado para la 4ª. Reunión Internacional de Nematología, Tenerife, España, Junio de 2002. Edición Centro de Investigaciones Nematológicas de Corrientes. Argentina.- Enero de 2002.-.

* * *

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN AMMONIA INSTITUTE, 1966. – NH³. Technology and Use. - Ed. Agricultural Ammonia Institute, 314 Págs.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 1964.- Fertilizer Nitrogen. It is Chemistry and Technology. Ed. Reinhold Publishing Corp. 424 Págs.

AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY, 1965. - Methods of Soil Analysis, Vol.1 -Vol.2, 1572 págs.

A.S.A.& SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1966. - Plant environment and efficient water uses. - 90 págs.

ARENS KARL, 1948. - The active membrane: "An hypothesis to explain the transfer of water and solutes in plants"... Canadian Rev. of Biology, Vol.8, págs. 157 a 172.

AYKIN S., 1946. - The relations between water permeability and suction potential, in living and non-living osmotic systems. - Ed. Istamb. Univ. Tenn. Fok. Vol.2 págs. 271 a 295.

BALDWIN E., 1966. - Introducción a la Bioquímica Comparada. Ed. Aguilar, 167 pág.

BALDWIN E., 1963. - Dynamics Aspects of Biochemistry. - Cambridge Univ. Press, 554 págs.

BANAGE W. & VISSER S., 1965. - The effect of some fatty acids and pH. On a soil nematode. - Nematologica, Vol.II. N° 2, pág. 255.

BEATMENT J. W., 1961. - The water relations of insect cuticle. - Biology, Vol.16, págs. 281 a 320.

BECK W.A., 1928. - Osmotic pressure, value and suction tension. Plant Physiology, Lancaster, Vol.13, págs. 413 a 440.

BENNET, GREENWOOD & BARKER, 1936. - Water relations, and osmotic pressures of plant cells. - Phytop. News, Vol.35, págs. 277 a 291.

BIRD A.F.& ROGERS G.E., 1965. - Ultrastructure of the cuticle, and its formation in *Meloidogyne javanica*. - *Nematologica*, Vol.II, pág. 224.

BIRD A.F., 1971. - The structure of nematodes. - Ed. Academic Press, New York, 318 págs.

BOLT G.H.& MILLER R.D., 1958. - Calculation of total and component potentials of water in soil. - *Trans. American Geophysics*. Vol.39, págs. 917 a 928.

CROCKFORD & KNIGHT, 1961. - Fundamentos de Físico - Química. Ed. Continental, 508 págs.

CRAFTS A.S., 1962. - Translocations in plants. Ed. Holt, Rinehart & Winston. New York, 182 págs.

CEREJIDO M.& ROTUNO C., 1966. - Introducción al estudio de las membranas biológicas. Ed. Eudeba. Buenos Aires. , 189 págs.

CHAPMAN DENNIS, 1969. - Biological Membranes. - Ed. Academic Press, London. 438 págs.

DICK DAFT. 1959.- Osmotic properties of living cells.- *International Rev. of Cytology*, Vol.8, págs. 357 a 448.

DROPKIN G.H., MARTIN C G., & JOHNSON R.W., 1958. - Effect of osmotic concentration on hatching of some plant parasitic nematodes. *Nematologica*, Vol.3., págs. 115 a 126.

FRIEDENBERG R.M., 1967. - The electrostatics of biological cell membranes. Ed. North Holland Inc. Amsterdam. 235 págs.

FILIPJEV & STEKHOVEN, 1953. - A Manual o Agricultural Helminthology. Ed. E. J. Brill, Leyden, 878 págs.

FEDER, W.A., 1961. - Sugar kills nematodes. - *Agric. Research Bull. U.S.D.A.*

GIMENO A. L.& MARTHA A.F. de 1965.- *Nociones de Fisiología celular*. Ed. Eudeba Buenos Aires, 232 págs.

HOPE A. B. & STEVENS P.G., 1952. - Electric Potential differences in beam roots and their relations to salt uptake. Austria. Science Journal. Vol.5, págs. 335 a 343.

HOPE A. B., 1953. - Salt uptake by root tissue cytoplasm: The relation between uptake and external concentrations. - Austria. Journal. of Biology Science Vol.6, págs. 396 a 409.

HORWITZ L., 1958.- Some simplified mathematical treatments of translocation in plants.- Plant Physiology, Vol.33, págs. 81 a 93.

JACOBSON B., 1955.- On the interpretation of dielectric constant of aqueous macromolecular solutions. Hydration of macromolecules.- Amer. Journal. of Chem. Soc. Vol.77, págs. 2919 a 2926.

JONES, F.G.W., 1959.- Ecological relationships of nematodes.- Plant Pathology problems and progress.- Golden Jubilee Proc. American Soc. of Phytopathology, págs. 395 a 411.

KABLE, P.F. ZHER E.& MAI W.F., 1966.- A simple apparatus for the study of soil moisture relations, of plant parasitic nematodes, under monoxenic cultures conditions. Nematologica, Vol.12 N° 1. págs. 1 a 175.

KEMPER W.D., 1959.- Estimation of osmotic stress, in soil water, from the electrical resistance of finely porous ceramic units. Soil Science Proc. Vol. 87 págs. 345 a 349.

LAKSHMINARAYANAIH L., 1969.- Transport Phenomena in Membranes. Ed. Academic Press, New York, 517 págs.

LEVITT, J., 1947.- The Thermodynamic of active (non osmotic) water absorption. Plant Physiology. Vol.22, págs. 514 a 525.

MARSHALL C.E., 1964.- The Physical Chemistry and Mineralogy of Soils.Vol. I, Soil Material.- Ed. John Wiley & Sons. New York. 388 págs.

MAXIMOV, N.A., 1929.- The plant relation to water.- Ed. Allen & Unwin Ltd. London 484 págs.

MEYER S.B.& ANDERSON D.B., 1952.- Plant Physiology.- Ed. Van Nostrand Co. New York, 784 págs.

MEE A.J., 1953.- Química - Física, Ed. Gilj, Barcelona 800 págs.

OSTER & INGVALSON, 1966.- In. situ: measurement of soil salinity whit a sensor Soil Science Journal, Vol.31 págs. 572 a 574.

PAULI F.W., 1957.- Soil Fertility, a Biodynamical approach.- Ed. Adam Hilger, London, 203 págs.

PEACOCK F.C. 1966.- Nematodes Control by plant chemotherapy. - Nematologica, Vol.12, págs. 1-70.

PFEIFFER M., 1937.- Die Verteilung der Osmotischen Werte, in Baum in Hinblick auf die Münchsche Druckstromtheorie. Florae, Vol.132 págs. 1 a 47.

PHILIP J.R., 1958.- The osmotic cell solute diffusibility and the plant water economy. Plant Physiology Procc. Vol.33 págs. 264 a 271.

PIERRE, KIRKHAM, PESEK & SHAW, 1965.- Plant environment and efficient water use.-Ed. American Society of Agronomy, & Soil Sc. Soc. of Amer. 295 págs.

QUIRK J.P.& SCOFIELD, 1955.- The effect of electrolyte concentrations on soil permeability.- Soil Science Journal, Vol.16 págs. 163 a 178.

RAY P.M., 1960.- On the theory of osmotic water movement.- Plant Physiology, Lancaster. Vol.35 , págs. 783 a 795.

RICHARDS L.A., 1949.- Methods of measuring soil moisture tension. Soil Sci. Journal, Vol.68, págs. 95 a 112.

RICHARDS L.A.& WALDEIGH L.R., 1952.- Soil water and plant grow.- In "Soil Physical Conditions and Plant Grow", Ed. Academic Press, N. York. 565 págs.

RICHARDS L.A., 1954.- Diagnosis and improvement of saline soils. USDA. Manual N° 60. Soil Salinity Lab. Riverside Calif. 172. págs.

RICHARDS L.A., 1966.- A soil salinity sensor of improved design. Soil Science Journal, Vol. 30, págs. 333 a 337.

ROGGEN DR.& RASKI, D.J., 1967.- Further electron-microscopic observations of *Xipinema index*.- *Nematologica*. Vol.13, págs. 1 a 10.

SYRE, R.M., PATRICK Z.A.& THORPE H.J., 1965.- Identification of a selective nematicidal components, in extracts decomposing soil. *Nematologica*,. Vol.11, N° 2. págs. 263 a 265.- Ed. E.J. Brill Leyden.

SLAYTER, R.O., 1967.- Plant water relationships.- Ed. Academic Press, London. 366 págs.

STEWART F.C., 1966.- About plants topics, in plant biology.- Ed. Addison Wesley, Mass. 173 págs.

SCARTH G.W., 1929.- The influence of "H" ion concentrations on the turgor and movement of plant cells, with special reference to stomatal behavior.- *Proc. International Congress, Plant Science*, Vol.I, págs 1151 a 1162.

SHOW B.T.& BAVER L.D.,1939.- An electro thermal method for following the moisture changes of the soil, "in situ".- *Soil Science Procc. American Society*, Vol.14, pág. a 83.

SLAYTER,, R.O., 1961.- Effects of several osmotic substrates on the water relations. *Australian Journal of Biological Science*, Vol.14, págs. 519 a 540.

SLAVIK B., 1963.- Relationship between the osmotic potential of cell sap, and the water saturation deficit, during wilting of leaf tissue *Biology Plant, Academic Science, Bohemoslov*. Vol.5, págs. 258 a 264.

TAYLOR S.A., 1963.- Water conditions and flow in the soil-plant-atmosphere systems, A.S.A. Special pub. N° 5, "Plant physiology and soil ranges relationships", pág. a 107.

THOMPSON L.M., 1965.- Soil and soil fertility.- Ed. McGraw Hill. New York 407 págs.

VAADIA Y.& MARR A.G., 1961.- Rapid crioscopic technique, for measuring osmotic properties of drop size samples.- *Plant Physiology*. Lancaster, Vol.36, págs. 677 a 680.

VASSALLO M. A., 1955.- Ensayos tentativos para el control de nematodos, en cultivos hortícolas.- Ed. mimeo, Centro de Investig. Nematológicas, Corrientes. Argentina, 22 págs.

VASSALLO M.A., 1961.- La Físico-química de las Presiones Osmóticas en el Suelo. Ed. mimeo Centro de Investigaciones. Nematológicas, Corrientes. Argentina. 25 págs.

VASSALLO M. A., 1963.- El poder Nematicida del Amoníaco.- Ed. Nematologica, Vol.14, pág. 125.- Ed. mimeo Centro de Investigaciones Nematológicas Ctes. Arg. 1963.

VASSALLO M. A., 1967.- "La Presión Osmótica: Factor regulador del equilibrio biológico en el suelo".- Ed. Univ. Fed. de Sta. María, Rio Grande do Sul, Brasil, en "Anales del 2º Congreso Latinoamericano de Biología de Suelos, "Progressos em Biodinámica e Productividade do Solo". Ed.1968, págs. 305 a 319.

VASSALLO M. A., **1969**.- Fertilidad y Equilibrio Biológico, con NH_3^+ Polarizado.5a. Reunión Anual de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Santa Fé, Ed. mimeo 6 págs.

VASSALLO M. A., 1982.- "La Membrana Biológica, una Constante Universal". Ed. mimeo 64.págs.- Reg. Nac. Prop. Intelectual NO 182943.

VAN DER HONERT T. H., 1932.- Water Transport in plants.- Faraday Disc. N°3. págs. 146 a 148.

WALLACE H.R., 1966.- The influence of moisture stress, on development hatch, and survival of eggs of *Meloidogyne javanica*.- Nematologica, Vol.12 págs. 1 a 57.

WINSLOW R.D., 1960.- The ecology of free living nematodes.- In "Nematology", by Sasser & Jenkins, Ed. Chapell Hill Press, Univ. of North Carolina State, Págs. 344 a 415. -

ÍNDICE

- Pág. 1. - INTRODUCCIÓN.-
- Pág. 3. - EL CONCEPTO DE PRESIÓN OSMÓTICA COMO UNIDAD DE MEDIDA.-
- Pág.6.- METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA PRESIÓN OSMÓTICA, EN LAS SOLUCIONES ACUOSAS DEL SUELO.-
- Pág.12.- METODOLOGÍA Y MATERIALES.-
- Pág.14.- DOSIFICACIÓN DEL $\text{NH}_4(\text{OH})$, Y CÁLCULO DE LA PRESIÓN OSMÓTICA. OBSERVACIONES DE CAMPO SOBRE SU COMPORTAMIENTO.-
- Pág.17.- RESPUESTAS BIOFÍSICAS A LAS VARIACIONES DE PRESIÓN OSMÓTICA. RESULTADOS SOBRE MUESTRAS TRATADAS CON SOLUCIONES DE NH_3 .
- Pág.22.- DOSIFICACIÓN DE LA GLUCOSA Y CÁLCULO DE LA PRESIÓN OSMÓTICA OBSERVACIONES DE CAMPO SOBRE SU COMPORTAMIENTO.-
- Pág.25.- ENSAYOS CON GLUCOSA: NIVEL DE PRESIÓN OSMÓTICA CALCULADO.-
- Pág.26.- ENSAYOS CON SOL. DE GLUCOSA: RESPUESTAS BIOFISIOLÓGICAS.-
- Pág.28.- DOSIFICACIÓN DE LA SACAROSA. CÁLCULO DE LA PRESIÓN OSMÓTICA. OBSERVACIONES DE CAMPO SOBRE SU COMPORTAMIENTO.-
- Pág.29.- ENSAYOS CON SACAROSA: NIVEL DE PRESIÓN OSMÓTICA CALCULADA.
- Pág.30.- ENSAYOS CON SOL. DE SACAROSA: RESPUESTAS BIOFISIOLÓGICAS.-
- Pág.31.- DOSIFICACIÓN DE LA UREA Y CÁLCULO DE LA PRESIÓN OSMÓTICA.-
- Pág.34.- ENSAYOS CON SOL. NO POLARES DE UREA: RESPUESTA FISIOLÓGICA.
- Pág.37.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES FINALES.-