

II - MARCO TEORICO

Antes de entrar a analizar los fundamentos teóricos del asunto, conviene revisar, los conceptos de diversos investigadores acerca de los parámetros agronómicos y las propiedades edáficas que puedan resultar afectadas por la labranza.

Con respecto a los parámetros agronómicos, Baldovinos (5) opina en forma muy general que la preparación del suelo afecta el desarrollo fisiológico de las plantas, a lo que agrega Donahue (25) que el control que la labranza ejerce sobre plagas y malezas redundando en mayores rendimientos de las cosechas.

En relación a las propiedades edáficas, Unger (110), Lawns y Evans (55) y Lawton (56), están de acuerdo en señalar a las técnicas de labranza como responsables en gran parte de la reducción de la porosidad, la materia orgánica y el nitrógeno del suelo, y las variaciones en el nivel nutricional del mismo, una vez éste cambia de uso, de tierra virgen a cultivada.

Sin embargo, los efectos de la labranza sobre un suelo, se pueden

ver atenuados o acentuados de acuerdo a algo que podría llamarse "el requerimiento de labranza del suelo", el cual, según Donahue (25) está en función de la textura y la estructura del mismo, a lo que agrega Middleton (65) que también entran en dicha función el tipo de cultivo y las técnicas de manejo de la cosecha; en tanto que Browing y Norton (15) adicionan el grado de erosión del suelo y la zona de vida en que él se encuentre, mientras Arne-miya (2) agrega que también tiene vital importancia en tal sentido, el contenido de humedad del suelo en el momento en que se le aplica la labranza.

Ahora bien, independiente de los factores que puedan afectar el grado de alteración del ambiente físico del suelo por efecto de labranza, Bonner y Galston (13), Donahue (25) y Hali y Robinson (44) están de acuerdo en señalar a la estructura edáfica como la propiedad principalmente afectada por la labranza.

Con base en lo anterior, podrá decirse que todas aquellas propiedades dependientes de la estructura edáfica, también resultarán afectadas por efecto de labranza; a este respecto Chang (21), Kohnke (51) y Taylor y Ashcroft (106) califican como propiedades edáficas dependientes, total o parcialmente, de la estructura del

suelo, a la densidad aparente, la porosidad, la resistencia mecánica o penetrabilidad, los regímenes hídrico y térmico, la permeabilidad y la aireación del suelo, por lo cual llega Rosenberg (87) a puntualizar que, conociendo las propiedades antes mencionadas es posible llegar a predecir sobre el comportamiento de una planta cultivada.

En consecuencia, como análisis teórico de los efectos de la labranza en el ambiente físico del suelo conviene estudiar la dinámica de cada una de las propiedades señaladas en el párrafo anterior.

2.1 DENSIDAD APARENTE Y POROSIDAD

Sobre el comportamiento de estas dos propiedades edáficas, Alimaras y colaboradores (1), indican que la densidad aparente y la microporosidad se incrementan con el número de pasos de labranza dados a un terreno, lo cual redundará, según Tackett y Carson (101) en un efecto depresivo sobre el crecimiento radical y la absorción de nutrientes por la raíz; anotan así mismo estos autores

que al relacionar el crecimiento radical con las propiedades que se discuten, ambas presentan una interacción positiva con el contenido de oxígeno del suelo, ésto es, que para mantener una cierta velocidad de elongación radical es necesario reducir la concentración de oxígeno del suelo, si aumenta alguna de ellas, por ejemplo, como consecuencia de una labranza excesiva.

Reafirman las observaciones de Tackett y Pearson (101) los trabajos de Flocker, Tim y Vomocil (33), Edwards y colaboradores (27), Wiersum (115), Zimmerman y Kardos (118) y de los mismos autores señalados inicialmente (102), quienes están de acuerdo en opinar que la densidad aparente guarda relación inversa con la velocidad de crecimiento radical, dependiendo la magnitud del factor de proporcionalidad entre tales variables, del tipo de suelo y la clase de cultivo que en él prospere.

Así mismo Flocker y Nielsen (32) concuerdan con lo antes expuesto, al señalar la relación inversa que existe entre cualquiera de las dos variables en discusión y el total de nutrimentos absorbidos por la planta.

Finalmente, Davidson, Gray y Pinsen (24) puntualizan la relación inversa que existe entre las dos propiedades y el contenido de materia orgánica del suelo, en tanto que Heinenonon, citado por Rosenberg (87), establece la relación positiva que existe entre la densidad aparente y el contenido de humedad, en suelos de texturas gruesas y medias, cambiando de signo tal relación en suelos de texturas finas.

2.2 RESISTENCIA MECANICA

Según Gill y Vanden Berg (39) ésta es una de las propiedades más dinámicas del suelo, debido a la intensa variación que ella exhibe tanto en el tiempo como en el espacio, la cual de acuerdo a los resultados de Taylor y Gardner (105) es la que determina el comportamiento de la densidad aparente y por tanto del crecimiento radical.

Por su parte William y colaboradores (116) opinan, que tanto el crecimiento radical como la concentración de oxígeno en el suelo guardan relación inversa con la resistencia mecánica del mismo, a lo que añaden Flocker, Vomocil y Howard (34), que la reducción del crecimiento radical

causada por un incremento de la resistencia mecánica, puede ser explicada por el impedimento físico que ello representa, o bien por la reducción de la humedad, de la concentración de oxígeno y de la absorción de nutrientes que ocurren consecuentemente, o también en razón al incremento de CO_2 que se generaría.

A lo anterior añade Barley (6), que la interacción positiva que presentan la resistencia mecánica y la concentración de oxígeno en el medio edáfico, sobre el crecimiento radical de las plantas puede atribuirse a los efectos conjuntos de ambos factores, materializada en el bajo suministro de oxígeno a las células meristemáticas de la raíz y al creciente impedimento físico que se presenta al avance radical en el suelo.

2.3. REGIMEN HIDRICO

En relación a la humedad edáfica, Peters (76) ha anotado que la absorción de humedad por las raíces y la velocidad de crecimiento de las mismas, está en función del contenido y el esfuerzo de humedad del suelo, aunque parece

CE 000970

ser que el contenido específico de humedad tenga mayor influencia que el esfuerzo de humedad del suelo, sobre el crecimiento, la hidratación de tejidos y la actividad enzimática de la raíz, lo mismo que sobre la absorción de humedad y la translocación de solutos por dicho órgano.

Por otra parte, la resistencia mecánica y la densidad aparente tienen especial importancia en el comportamiento del régimen hídrico del suelo; así pues, cuando tales propiedades decrecen, según Bayer citado por Rosenberg (87), se incrementa el contenido de humedad a cualquier tensión superior a 60 mbars, al mismo tiempo que la capacidad de retención de humedad por el suelo sufre un incremento, aunque este último efecto, según Kohnke (51) no se da en algunos suelos arcillosos.

Así mismo, la porosidad del suelo también afecta grandemente la humedad del mismo, teniéndose entonces que la macro porosidad guarda relación directa con las pérdidas de humedad por percolación profunda en tanto que la micro-porosidad guarda una relación de proporcionalidad similar

con las pérdidas hídricas por evaporación (21).

2.4 REGIMEN TERMICO

El regimen térmico del suelo si bien es caracterizado por los perfiles de temperatura que él puede llegar a exhibir, tales perfiles están dependiendo estrechamente de la capacidad calorífica y la conductividad térmica del suelo; en relación a la primera, Kohnke (51) señala la marcada influencia que sobre ella ejerce en forma directamente proporcional el regimen hídrico del suelo, discutido en el párrafo anterior.

Por su parte, Rosenberg (87) establece que al incrementar la densidad aparente del suelo por efecto de compactación, también aumenta la conductividad térmica del mismo, debiéndose ello tanto a la reducción volumétrica de la matriz sólida del suelo, como al incremento que experimenta el regimen hídrico, lo mismo que al incremento que sufre la interfase suelo-agua en detrimento de la interfase suelo-aire.

De otro lado, también se sabe que la temperatura edáfica puede ejercer gran influencia en los procesos reproductivos de las plantas, tales como floración y fructificación (21, 63), así mismo, la temperatura de la zona radical, es sabido que afecta el rendimiento de las cosechas, aunque todavía no se conoce mucho acerca de niveles térmicos óptimos para cada especie y estadio fenológico (50, 82).

Muy acertadamente Bertrand y Kohnke (9) han llegado a señalar como los principales componentes del ambiente radical a la resistencia mecánica, la aireación y los regímenes hídrico y térmico del suelo, lo cual reviste a todas luces una gran validez si se tienen en cuenta los aspectos antes discutidos, además de la relación directamente proporcional que guarda la temperatura del suelo con la presión osmótica de la solución del mismo (18), con la absorción de fósforo (79) y de hierro (40) por las raíces; lo mismo que la relación inversa que exhibe con la disponibilidad de nitrógeno y potasio para las plantas (72), 74) y la influencia que ejerce en la translocación del zinc por la raíz (93).

A esta altura de la discusión y como punto final a la misma, conviene anotar la afirmación de Ralston y Daniel (81), en el sentido de que no sólo la buena aireación del suelo es suficiente para favorecer el desarrollo radical, ya que éste se interrumpe a altas temperaturas, independientemente de que el suelo esté bien aireado o no.

2.5 PERMEABILIDAD

La permeabilidad del suelo, expresada comúnmente en términos de la conductividad hidráulica, varía entre límites bastante amplios, debido a la misma variabilidad tanto en el número de factores que afectan la estimación de la fúltima como en la intensidad de tales influjos (95).

A pesar de la considerable variabilidad en los valores estimados de conductividad hidráulica, se dispone de alguna información al respecto, así entonces se ha llegado a establecer que a medida que avanza el ciclo vegetativo del cultivo se reduce la conductividad hidráulica del suelo (95), aunque tal situación es factible de presentar algunas desviaciones bajo determinadas condiciones.

Por otra parte, se ha logrado establecer que en razón a un decremento de la resistencia mecánica, se llega a ver incrementada la macroporosidad, lo cual, junto con la reducción que observará consecuentemente el régimen hídrico del suelo, redundará en un incremento más o menos considerable, según el tipo de suelo, de la conductividad hidráulica (51,95).

2.6 AIREACION

La aireación del suelo, ésto es, la capacidad del medio edáfico para realizar intercambio gaseoso con la atmosfera, según Taylor y Ashcroft (106) ejerce un marcado efecto sobre el crecimiento vegetal y la absorción de humedad y nutrimentos por la raíz, además de ser un factor decisivo en la microbiología del suelo y en su nivel nutricional.

Considerando entonces la aireación como un factor de crecimiento, Peterson (77) indica que, como lo comprueban los resultados obtenidos por diversos autores, los requerimientos de aireación varían según la especie de planta y

su estado fenológico (98), a lo que añaden Stolzy y colaboradores (99) que el nivel de 23×10^{-8} gr/cm²/min puede tomarse como un nivel aproximado de velocidad de difusión de oxígeno (VDO), en el cual existe alta probabilidad de una restricción drástica al crecimiento radical, de una gran variedad de plantas.

En relación a la absorción de nutrimentos, Stolzy y Letey (98), señalan que cuando la VDO es inferior a 30 ó 40×10^{-8} gr/cm²/min, ocurre una disminución bastante sensible en la concentración de nutrimentos en el suelo, otra observación que se ha hecho a este respecto es la de que la concentración de oxígeno en el suelo ejerce un efecto cuadrático sobre la absorción de nutrimentos por la raíz, estando el nivel crítico en tal caso, aproximadamente en 10%, pudiendo incrementarse junto con el potencial matricial del suelo y en forma totalmente independiente del potencial osmótico (22).

En cuanto a la relación compactación: Aireación, Rosengerg

(87) anota que no todo incremento de compacidad debe traducirse en un decremento de la aireación, a lo que Bertrand y Kohnke (9) añaden que la VDO decrece al incrementar la profundidad, por efecto del incremento consecuente de la humedad y la compacidad; la ilustración de esta discusión es complementada por Lemon y Erickson (57), quienes llegan a establecer una función lineal entre la VDO y la cantidad de poros vacíos de agua, que en un momento dado pueda presentar el suelo.

Finalmente, conviene señalar el efecto cuadrático que ejerce la temperatura sobre la VDO, ya que en razón a incrementar la solubilidad del oxígeno y su coeficiente de difusión, obviamente produce un aumento en la velocidad de difusión de oxígeno, más ésto sólo ocurre hasta un cierto nivel de temperatura edáfica, ubicado entre 20°C y 25°C, decreciendo progresivamente el efecto señalado, a partir de ese nivel. (97)

* A manera de resumen de los aspectos anteriormente discutidos, se podrá decir entonces que al incrementar los pasos de labranza sobre un terreno, se incrementan la

compacidad, la resistencia mecánica y la densidad aparente del suelo, las cuales a su vez generarán un decremento en la concentración de oxígeno del medio edáfico, la VDO, la absorción de nutrimentos por la raíz, en tanto que el crecimiento de la misma se verá restringido; así mismo el incremento de las propiedades inicialmente señaladas redundará en el aumento de la conductividad térmica del suelo, reduciéndose así la suavidad y la lentitud de los cambios de temperatura del medio edáfico, lo cual será un factor contraproducente bajo la eventualidad de una helada o de un intenso verano.

Por otra parte, una reducción en la resistencia mecánica y por tanto en la densidad aparente del suelo, afectará el regimen hídrico del suelo reduciendo su capacidad de retención de humedad, al tiempo que incrementará las pérdidas de la misma por evaporación y percolación profunda, además de aumentar su permeabilidad.