

EVALUACION DE RELACIONES HIDRICAS EN NUEVE VARIEDADES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN DIFERENTES LABORES DE CULTIVO.

M.A. Zamarripa-García, Ricardo Trejo-Calzada y Aurelio Pedroza-Sandoval. Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas Universidad Autónoma Chapingo. Apartado Postal 8 Bermejillo, Dgo. C.P. 35230. México. rtrejo@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

Se evaluó la influencia de prácticas de manejo del suelo sobre las relaciones hídricas (Potencial hídrico, Potencial osmótico, Potencial de turgencia) en 9 variedades de frijol con la finalidad de seleccionar genotipos eficientes en el uso del agua y tolerancia al déficit hídrico. Las prácticas que tuvieron influencia sobre las relaciones hídricas fue la siembra en surco y cama, éstas específicamente para el Potencial Osmótico (Ψ_o) y el Potencial de Turgencia (Ψ_t) y la condición de subsoleo y no subsoleo en el Potencial Hídrico (Ψ). De los genotipos evaluados tres de ellos mostraron posibles evidencias de tolerancia a sequía (Negro San Luis, Lagunero-87 y Bayo Coba) lo cual es de importancia ya que existe posibilidad de selección por mejoramiento genético para la obtención de variedades tolerantes a sequía.

Palabras claves: Relaciones Hídricas, Prácticas de manejo, Tolerancia a Sequía.

SUMMARY

Soil management influence on water relationship (water potential, osmotic potential, turgent potential) for nine kinds of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) were evaluated in order to select genotype w/ith a high tolerance to water short high tolerance to water shortages genotypes. Also evaluated were soil management practices that give as a result the best yield. The best results in water relationships were obtained with furrow and bed seed. Both specificly for osmotic potential and turgent potential, as well as subsoil and not subsoil for the water potential (Ψ). Three of the nine varieties evaluated had possible evidences of drought resistance: Negro San Luis, Pinto Lagunero-87, Bayo Coba, which is important because it is possible to carry out genetic improvement to get higher drought tolerance varieties.

Key words: Water Relationships, Management Practices, Drought Tolerance.

INTRODUCCION

El frijol es uno de los cultivos de mayor trascendencia social y económica en México. Sin embargo en los últimos años, el aumento en la producción de frijol ha sido por un incremento en la superficie cultivada y no por incremento en rendimiento por unidad de superficie. La producción de este cultivo se encuentra limitada por factores de tipo natural, social, económico y tecnológico, haciendo que este cultivo sea de poca perspectiva para el agricultor, no obstante de su alto potencial productivo. Además, el 87% de la superficie cultivada está expuesta a las lluvias aleatorias predominantes en las zonas productoras de México (Reyes, 1985). Esto agrava aún más la situación de este cultivo, ya que se encuentra con la fuerte limitante de evaluar y seleccionar genotipos con una alta eficiencia en el

uso del agua y tolerancia al déficit hídrico; así como también, la integración de prácticas de manejo, que permitan un aprovechamiento al máximo de este recurso. Para entender la respuesta de las plantas a tales condiciones es importante estudiar las relaciones agua-planta. Las cuales expresan la condición hídrica de la planta mediante los parámetros potencial hídrico (Ψ) y sus componentes: potencial osmótico (Ψ_o) y potencial de turgencia (Ψ_t).

El estudio de los procesos fisiológicos en las plantas tiene como propósito el entendimiento de la fisiología de las mismas, así como su relación con el crecimiento y desarrollo de las plantas. La comprensión de los fenómenos anteriormente señalados conducirá a una interpretación más fundamentada de los efectos de los factores

genéticos y ambientales sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los genotipos evaluados.

En el presente trabajo los objetivos planteados fueron identificar posibles diferencias entre genotipos, determinar el efecto de las prácticas de manejo del suelo sobre las relaciones hídricas y lograr identificar aquéllas que sean favorables para mantener estas relaciones estables, lo cual conducirá a la identificación de genotipos que muestren evidencias de mecanismos de tolerancia a sequía.

El agua es importante para el crecimiento de cualquier planta, porque no sorprende que el crecimiento y rendimiento final de un cultivo de frijol dependa de la disponibilidad de agua. Dentro de las funciones principales del agua se incluyen el uso como reactivo de fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura.

Se estima que más del 60% de los cultivos de frijol en el tercer mundo sufren de falta de agua, es decir sequía. Sin embargo, hay líneas que muestran buena tolerancia a déficits hídrico dando rendimientos muy aceptables aún cuando no se aplique agua adecuadamente después de la siembra. Esta "tolerancia" parece estar basada principalmente en la mayor capacidad de extracción de agua de las capas profundas del suelo (80-130 cm), así como a un mayor crecimiento radical y asociado con diferencias marcadas en temperaturas de hojas y resistencia estomática, aunado a condiciones de suelo adecuadas para crecimiento de la planta y un desarrollo de la raíz. Esto enfatiza la importancia de realizar trabajos que ayuden a determinar las diferentes prácticas de manejo en el suelo para lograr tales condiciones. Por ejemplo: en suelos que no permiten un desarrollo radical muy profundo, este mecanismo no funciona. Otros mecanismos que pueden influir en la tolerancia a sequía son la capacidad de orientación de las hojas, ajustes osmóticos y características que reducen la pérdida de agua como área foliar reducida y baja densidad de estomas (López, 1985).

El estado del agua en la planta se le puede considerar como una expresión de su nivel de energía; de esta manera, el potencial hídrico total ha sido conceptualmente útil para caracterizar al estado del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera, aunque los componentes individuales del potencial total deben ser considerados cuando se describe el movimiento del agua en secciones específicas del sistema. Por ejemplo, para células en equilibrio el potencial hídrico total puede ser diferente en el vacuola y la pared celular. (Turner, 1981 citado por Núñez, 1986).

El potencial hídrico se define como la diferencia en energía libre del potencial químico por unidad de volumen molar, entre el agua pura y el agua en las células a la misma temperatura. El potencial del agua se considera cero; por ello, el potencial del agua en las células y soluciones al ser menor es negativo por la influencia de los solutos (Rojas, 1979).

Devlin (1980), menciona que el potencial hídrico es el trabajo mecánico realizado por un sistema químico durante cualquier cambio a temperatura constante y es igual a la disminución de su energía libre. Kramer y Duke (1974), ha considerado al potencial hídrico como un indicador determinante de la condición del agua en la planta, señalando que este Ψ es el más relacionado con los procesos fisiológicos y bioquímicos que controlan el crecimiento. Pero teóricamente no ha sido probado, puesto que valores aislados no dicen mucho sobre la condición del agua en la planta. Es importante señalar que cambios en el Ψ son concomitantes con cambios en los otros componentes del Ψ y en el contenido relativo de agua (CRA), el cual no es una medida de Ψ . Gradner *et al.*, (1964-85) menciona que el potencial hídrico (Ψ) es la suma de un número de fuerzas componentes actuando en el agua de un sistema, mismas que resultan de la presencia de solutos, presión hidrostática, superficies matriciales y otras variables, lo cual se puede expresar con la siguiente ecuación (Gardner, 1985).

$$\Psi = \Psi_p + \Psi_o + \Psi_m + \Psi_g + I$$

Donde: Ψ_p : Potencial de presión.

Ψ_o : Potencial osmótico.

Ψ_m : Potencial mátrico.

Ψ_g : Potencial gravitacional.

I : Interacción.

El Potencial de presión, en las plantas es la presión de turgencia actuando en las paredes celulares y membranas internas, y en el suelo está relacionado con la presión hidrostática bajo condiciones de saturación; su valor generalmente es positivo. Este se considera responsable del crecimiento de la planta. Cuando el potencial de turgencia es igual a cero, el crecimiento prácticamente se suspende.

El Potencial osmótico representa el efecto de sustancias disueltas y es la suma de efectos individuales de las sustancias involucradas y es el resultado de la presencia de solutos en el agua del suelo. Los solutos afectan las propiedades termodinámicas y bajan el potencial de energía. Este fenómeno generalmente no afecta al movimiento del agua en el suelo, aunque es sumamente importante donde quiera que se encuentre presente una barrera

de difusión. El potencial osmótico, por ejemplo, puede limitar la absorción del agua cuando los solutos se acumulan dentro de los espacios libres en la periferia de la endodermis radical, ya que la energía del agua disminuye y, con ésta, su capacidad de movimiento hacia el interior de la planta.

El Potencial mátrico, representa la propiedad de una matriz para retener agua por adsorción. En las plantas los efectos de adsorción se deben a las paredes celulares y superficiales coloidales. En la práctica este componente no es significativo hasta que la planta llega a un CRA de 40% (Tello, 1994). Este componente juega un papel importante en el movimiento del agua dentro del suelo. Es una propiedad dinámica íntimamente relacionada con las fuerzas adsorptivas y adsorptivas de cada suelo, las cuales varían con la textura, densidad aparente, materia orgánica, porosidad y cantidad de agua. Así, un suelo arcilloso retiene más agua que un suelo arenoso al mismo potencial de energía (Pedroza, 1995).

El Potencial gravitacional, es debido a las fuerzas gravitacionales que actúan sobre las plantas. Este es independiente de las propiedades del suelo y se determina por la elevación de cada punto del suelo con referencia a un nivel arbitrario.

Una interacción debe ser incluida para indicar que los componentes del Ψ no son independientes uno del otro y que no son estrictamente cantidades aditivas.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la URUZA de la Universidad Autónoma Chapingo, en Bermejillo, Dgo., la cual se ubica a una altitud de 1130 msnm, a los 20°54" latitud Norte y 103°37" de longitud Oeste. El clima predominante en esta región es muy seco semicálido, con temperatura media anual de 18°C, con régimen de lluvias en verano y un porcentaje de lluvias invernal menor de 5%. La precipitación anual es del orden de 210 a 230 mm. Los suelos predominantes en esta región son los xerosoles calcicos y lúvicos, así como los yermosoles de los mismos tipos, su contenido de materia orgánica es del 0.8% y CIC de 12.8% de miliequivalentes por cada 100 gr de suelo.

Se usó un diseño experimental en bloques al azar en un arreglo de parcelas sub-subdivididas con tres repeticiones, donde la parcela grande fue el subsoleo (con y sin); la parcela mediana el abonado (con y sin); la parcela chica el sistema de siembra (surco y cama) y; la parcela sub-chica fueron las

nueve variedades evaluadas. La unidad experimental, fue de cuatro surcos para el sistema en surco y 2 camas para este sistema de siembra, tomando solo las dos hileras centrales como parcela útil. El establecimiento del experimento se efectuó a mediados del mes de marzo, la fertilización se aplicó la mitad de la dosis al momento de la siembra y a los 15 días después de la emergencia de las plántulas se suministró el resto. Las variedades sembradas fueron: Bayo Coba, Pinto Lagunero-87, Pinto Lagunero-80, Pinto Americano, Negro san Luis, Canario-101, Flor de Mayo, Rebosero y Manzano, las cuales habían sido seleccionadas en un experimento anterior.

Para realizar las evaluaciones primeramente se identificó una planta por unidad experimental; la extracción del tejido de las plantas en campo se realizó el mismo día, y al mismo horario, por lo regular de mañana. Durante el muestreo, las plantas fueron colocadas en una hielera para lograr conservar el tejido en estado de turgencia.

Para la determinación del potencial hídrico se procedió a cortar un trifolio de cada planta marcada colocándose éstos en bolsas de plástico a las que por medio de exhalaciones se les incrementó el contenido de Bióxido de Carbono para promover el cierre estomático y evitar pérdidas de agua mientras el material era trasladado de la parcela al laboratorio y proceder a la medición de éste mediante Psicrometría empleando un nanovoltímetro (Marca decagon Devices Modelo NT-3).

Para la medición del Potencial osmótico se procedió a colocar un trozo de tejido de las hojas dentro de las cápsulas de plástico de cada una de las plantas donde se obtuvo el tejido para la medición del potencial hídrico. Estas cápsulas posteriormente fueron trasladadas al laboratorio, donde fueron sumergidas en Nitrógeno líquido aproximadamente durante un minuto con la finalidad de eliminar las células turgentes, y proceder a la medición del potencial osmótico mediante el Psicrometro termopar.

Para la determinación del potencial de turgencia una vez obtenido el potencial hídrico de cada una de las unidades experimentales y el potencial osmótico, se procedió a el cálculo usando la regla general, ya que como el potencial osmótico es un componente del potencial hídrico al igual que el potencial de turgencia, entonces si se conoce el potencial hídrico y el potencial osmótico, por lo tanto mediante diferencia se obtiene el potencial de turgencia, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\Psi_t = \Psi - \Psi_o$$

Donde: Ψ_t = Potencial de Turgencia

Ψ = Potencial Hídrico

Ψ_o = Potencial Osmótico

Las mediciones de humedad del suelo se realizaron dentro de los tratamientos Abonado y No abonado, independientemente fuera con arreglo en surcos planos o camas, en cada uno de los muestreos. Las muestras tomadas fueron llevadas al laboratorio y se determinó el peso inmediatamente, posteriormente fueron sometidas a 125°C durante 24 horas en la estufa, después de lo cual se tomó el peso seco y posteriormente se calculó el por ciento de humedad para cada parcela muestreada.

Mediante uso de termometría infrarroja (Infrared teletermometer Modelo A642) se registró la temperatura del forraje en cada una de las plantas muestreadas al momento que se iba extrayendo la muestra de tejido para realizar las determinaciones del potencial hídrico y el potencial osmótico.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Potencial hídrico fué estadísticamente significativo al 0.05% de probabilidad en la interacción subsoleo x variedad, observándose que la condición de subsoleo muestra una tendencia en mayor número de variedades a conservar Ψ mas estables; asimismo mayores que las variedades desarrolladas en condición de no subsoleo. Entre variedades se muestra la gran variabilidad de respuesta hacia estas prácticas de manejo del suelo, observándose diferencias significativas (Tukey, 0.05). Las variedades en condición de no subsoleo, la Bayo Coba mostró un potencial menor (-6.60 Mpa) en contraste con la variedad Flor de Mayo, que fue la variedad que mostró el potencial mas alto (-5.75 Mpa). En suelo subsoleado la variedad Flor de mayo presentó el potencial significativamente mas bajo (-6.38 Mpa), en contraste con la variedad Pinto americano que presentó el Potencial hídrico mas alto (-5.95 Mpa) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del subsoleo del suelo sobre el Potencial hídrico (Mpa) en nueve variedades de frijol. Bermejillo, Dgo. 1995.

VARIETADES	S U E L O	
	NO SUBSOLEADO	SUBSOLEADO
BAYO COBA	-6.60117208 a	-6.178145 ab
LAGUNERO-87	-6.13610208 ab	-5.98103979 ab
LAGUNERO-80	-6.01808812 ab	-5.98989333 ab
P. AMERICANO	-5.97080708 ab	-5.95384271 a
NEGRO SAN LUIS	-6.33358313 ab	-6.05039896 ab
CANARIO-101	-5.98864896 ab	-6.13597708 ab
FLOR DE MAYO	-5.75673729 b	-6.38211021 b
REBOSERO	-6.17914167 ab	-6.36052812 ab
MANZANO	-6.02569771 ab	-6.24787833. ab

Prueba de tukey ($P \leq 0.05$). Cifras con la misma letra dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

El Potencial osmótico (Ψ_o) fué estadísticamente significativo al 0.05% de probabilidad para la interacción arreglo x variedad. Las variedades sembradas en surco mostraron en su mayoría Potenciales osmóticos menos negativos,

siendo la variedad Negro San Luis la de potencial mas negativo (-6.59 Mpa); en contraste con la variedad Pinto americano que registró el potencial mayor (-5.63 Mpa). Estas dos últimas fueron estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$). La mayoría de las variedades sembradas en cama mostraron potenciales hídricos osmóticos más negativos en comparación a las sembradas en surcos. Bayo coba tuvo el Potencial osmótico menor (-6.54) en contraparte con la variedad Manzano, registró el potencial mayor (-5.68 Mpa)(Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto del sistema de siembra sobre el Potencial osmótico (Mpa) en nueve variedades de frijol. Bermejillo, Dgo. 1995.

VARIETADES	A R R E G L O	
	SURCO	CAMA
BAYO COBA	-5.96182521 ab	-6.54977625 a
LAGUNERO-87	-5.79116896 ab	-6.42514896 ab
LAGUNERO-80	-5.93600354 ab	-6.06075417 ab
PINTO AMERICANO	-5.63435521 a	-5.94024458 ab
NEGRO SAN LUIS	-6.59792646 b	-5.96644208 ab
CANARIO-101	-6.024345375 ab	-6.28081104 ab
FLOR DE MAYO	-5.78168875 ab	-6.00636313 ab
REBOSERO	-5.9220925 ab	-5.987525 ab
MANZANO	-6.26746542 ab	-5.68931021 b

Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

El Potencial de turgencia (Ψ_t), resultó estadísticamente significativo al 0.05% de probabilidad en la interacción Arreglo x Variedad. La mayoría de las variedades sembradas en surco tuvieron Potenciales de Turgencia negativos, en contraste con las variedades sembradas, las cuales tuvieron potenciales de turgencia positivos. Dentro de las variedades que se sembraron en surco estadísticamente son diferentes la variedad Bayo coba con un potencial de turgencia de (-0.47 Mpa) y la variedad Negro San Luis con (0.49 Mpa). Sin embargo las variedades sembradas en cama no mostraron diferencia estadísticamente significativa entre ellas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del sistema de siembra sobre el Potencial de turgencia (Mpa) en nueve variedades de frijol. Bermejillo, Dgo. 1995.

VARIETADES	A R R E G L O	
	SURCO	CAMA
BAYO COBA	-0.47667125 a	0.20895729 a
LAGUNERO-87	-0.23403146 ab	0.33320896 a
LAGUNERO-80	0.12936667 ab	-0.14059354 a
PINTO AMERICANO	-0.45159688 ab	0.10154771 a
NEGRO SAN LUIS	0.49401229 b	-0.31362208 a
CANARIO-101	-0.03742417 ab	0.21806354 a
FLOR DE MAYO	-0.06162771 ab	-0.28917167 a
REBOSERO	-0.41198896 ab	-0.21806438 a
MANZANO	0.22455 ab	-0.54135458 a

Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

El suelo con abono logró mantener durante la mayor parte del desarrollo del cultivo un contenido mayor de humedad del suelo.

La temperatura del follaje varió entre genotipos destacando la variedad Canario-101 por ser la que presentó la temperatura menor (28.62°C), seguida por Bayo coba con 29.14°C y Pinto Lagunero-87 con 29.39°C; las variedades Flor de Mayo, Negro San Luis y Rebosero mostraron las temperaturas mas altas en su follaje (Fig. 1).

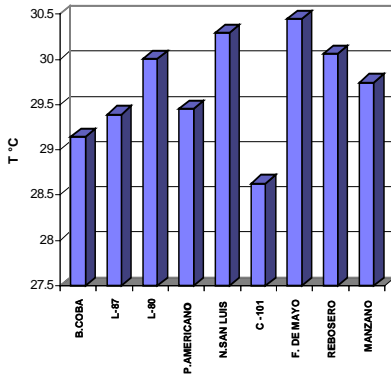


Fig.1. Variación de la temperatura en diferentes variedades de frijol. Bermejillo, Dgo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se obtuvo una gran variabilidad de respuesta a las diferentes prácticas de manejo del suelo sobre las relaciones hídricas para

cada una de las variedades. La comprensión de los fenómenos observados conducirá a una interpretación mas fundamentada de los efectos de los factores genéticos y ambientales sobre el crecimiento y desarrollo de los diferentes genotipos evaluados. Para tal efecto se logró identificar prácticas favorables que ayudan a mantener las relaciones hídricas estables, así como también la identificación de prácticas desfavorables hacia las relaciones hídricas y de esa manera identificar a las variedades con capacidad de mantener los procesos fisiológicos con escasez de agua e identificar los posibles mecanismos que participan como la tolerancia a la sequía en plantas con altos potenciales hídricos a base de mantener la tasa de absorción mediante la extracción de agua de capas profundas del suelo, esto aunado a un sistema radical profundo. Se han dado casos que la raíz puede ser el 90% del total de la materia seca de la planta (Rodríguez, 1992).

Esto se puede asociar con las prácticas de manejo en el suelo, las cuales permiten condiciones favorables para que se logre un desarrollo radical mas profundo; así como el conservar una mayor retención de la humedad en el suelo, como el caso del abonado en el que se logró observar que

mantuvo mayor concentración de humedad en comparación con el suelo no abonado. Por otro lado, la práctica de subsoleo presentó buenos resultados para algunas variedades; sin embargo, para otras no les favoreció dicha práctica, esto posiblemente debido a las diferencias que existen en cuanto a la extracción o exploración del sistema radical de cada uno de los genotipos aunado a otros complementarios como una reducción en la radiación absorbida o la transpiración y la reducción en el área foliar.

Las prácticas no favorables hacia las relaciones hídricas o que causaron que las variedades mostraran potenciales osmóticos más negativos son de interés para este trabajo, ya que al mostrar el potencial más negativo, su potencial de turgencia se mantiene, lo cual es de gran importancia ya que como lo consideran Turner y Jones (1980), cambios pequeños en el potencial de turgencia son los causantes de que la planta traduzca los cambios de la condición del agua en cambios del metabolismo. Para evitar los efectos del déficit hídrico ocurre el ajuste osmótico y así se posibilita el crecimiento y sobrevivencia de la planta manteniendo los procesos fisiológicos. Esto se observa en un grado mayor para la variedad Negro San Luis, posteriormente Pinto Lagunero-87 y Bayo coba. Los resultados con respecto a la Temperatura del follaje para la variedad Pinto Lagunero-87 y Bayo coba presentaron después de canario-101, las temperaturas mas bajas, mientras que las variedades Negro San Luis y Flor de Mayo presentaron las temperaturas mayores lo que se podría deber a las características particulares de estos genotipos, como puede ser que al momento de tener un déficit de humedad, por sensibilidad estomática en función del potencial hídrico, cierran sus estomas y esto provoca un incremento en la temperatura foliar, ya que al momento de un cierre estomático se reduce la disipación de calor de la hoja, como lo menciona Rodríguez (1992). Con respecto a temperatura alta, la presencia de tricomas puede modificar las propiedades de las hojas y los procesos fisiológicos a través de varias interacciones. La capa de frontera puede afectar la temperatura de la hoja al modificar la tasa de transferencia de calor de la misma.

Para las variedades que mostraron las temperaturas mas bajas, como lo fueron las variedades Canario-101, Bayo coba y Pinto Lagunero-87, el efecto se pudo haber debido a características como la reducción en la radiación absorbida de acuerdo con lo que menciona Rodríguez (1992); esto se logra con movimientos autónomos de las hojas en respuesta a déficits de humedad. Las hojas túrgidas permanecen perpendiculares a los rayos solares, pero cuando se presenta un déficit dichas hojas se sitúan paralelas a

los rayos solares, caso típico del frijol. Asimismo, el incremento en la pubescencia y las ceras incrementa el reflejo o reduce la absorción de luz hasta en 50%. Así también las hojas rugosas reducen la absorción de luz.

La diferencia en respuesta de las variedades hacia una misma práctica pudo ser debido a las características morfológicas y fisiológicas de cada uno de los genotipos, así como a la gran plasticidad o diversidad genética que presenta el frijol (Miranda, 1967). Esto es de suma importancia para lograr identificar los aspectos morfológicos y fisiológicos en este cultivo y lograr la selección de genotipos con fines de mejoramiento genético.

CONCLUSIONES

Las diferentes prácticas de manejo del suelo afectan la disponibilidad de humedad en la zona radical. Estas diferencias en disponibilidad de humedad en la zona radical de la planta se expresan en el potencial hídrico del tejido foliar.

Existe diferencia en respuesta de una misma variedad hacia prácticas de manejo del suelo distintas; Flor de Mayo en la condición de no subsoleo presentó el potencial hídrico mayor (-5.75 Mpa), caso contrario en la condición de subsoleo fue la que mostró el potencial hídrico mas bajo (-6.38 Mpa).

En suelos abonados y subsoleados con arreglo en cama hay mayor disponibilidad de humedad en la zona radical y por lo tanto relaciones hídricas más estables.

La variedad Negro San Luis presentó mayor evidencia de mecanismos de tolerancia a sequía siguiendole en importancia las variedades Pinto Lagunero-87 y Bayo coba.

LITERATURA CITADA

- Castillo, T.H.E. 1995. Evaluación patogénica de diferentes hongos asociados a la pudrición de la raíz en dos variedades de frijol y distintos contenidos de humedad. Tesis de Licenciatura. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo.
- Devlin, M.R. 1980. Fisiología Vegetal. Trad. Limona. Barcelona, España. p45-83.
- Gradner, P.F., R.P. Brenty I.M. Roger. 1985. Physiology of crop plant. Iowa State University Press Ames. University of Missouri.
- Kramer, P.J. y B. Duke. 1974. Relaciones hídricas del suelo y planta. Una síntesis moderna. Trad. Tejada. Edutex. México.
- López, M. 1985. Frijol: Investigación y Producción. Ciat. Colombia.
- Miranda, C.S. 1967. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) agrociencia 1(2) :99-109.
- Núñez, B.A. 1986. Estudio de raíz y potenciales hídricos del frijol bajo sequía. *In*: Memoria de taller sobre sequía. Pabellon, Ags. México.
- Pedroza, S.A. 1995. El Déficit Hídrico en las Plantas: Principios y Técnicas de Manejo. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. 162 pp.
- Reyes, C.P. 1985. Fitogenotecnia básica y aplicada. Agt. Editor, México, 460 pp.
- Rodríguez, O.J.L. 1992. Notas del Curso de Resistencia a Sequía. CP. Centro de Genética. Montecillos, Méx. 325 p.
- Rojas, G.M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. Mc graw-hill. México. 262 pp.
- Tello, G.E. 1994. Ajuste osmótico y distribución de materia seca en plantas de amaranto bajo condiciones de estrés hídrico. Tesis Profesional. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo. 117 pp.
- Turner, N.C. and M.M. Jones. 1980. Turgor maintenance by osmotic adjustem: A review and evaluation. *In*: Adaptations of plants to water and high temperature stress. N.C. turner and P.J. Kramer editions. New York.