

Rendimiento de ayocote, frijol y competencia con maleza en suelo alcalino y clima templado

Desempenho de abóbora, feijão e competição com ervas daninhas em solo alcalino e clima temperado

Yield of squash bean, beans and competition with weeds in alkaline soil and temperate climate

DOI: 10.34188/bjaerv8n3-030

Submetido: 30-05-2025

Aprovado: 15-06-2025

José Alberto Salvador Escalante Estrada*

Dr. Ing. Agrónomo

Escuela Superior de Agronomía y de Montes

Córdoba. España

Correo electrónico: jasee@colpos.mx

Yolanda Isabel Escalante Estrada

Maestra en ciencias

Colegio de postgraduados.Campus Montecillo

Texcoco. México

Correo electrónico: y_escalante@yahoo.com.mx

Santa Lucía Quintero Bastda

Ing. Agrónomo

Universidad Autónoma del Estado de México

Toluca. México

Correo electrónico: quintero.santa@colpos.mx

Eleazar Cortés Rosales

Dr. En Ciencias

Colegio de postgraduados.Campus Montecillo

Texcoco. México

Correo electrónico: cortés.eleazar@colpos.mx

RESUMEN

En México los suelos moderadamente básicos, es decir pH entre 7.4 y 8.5, se dispersan por casi la mitad del país (48% de la superficie total nacional) y tienen por lo general un alto contenido de calcio y magnesio, pero una baja disponibilidad de micronutrientes. Los reportes indican que el frijol es altamente sensible a la deficiencia de hierro. Así, se espera que las siembras de frijol en estas áreas muestren síntomas de deficiencia de este nutriente y en consecuencia un rendimiento bajo. Por otra parte, la presencia de maleza en el frijol conduce a una reducción en el rendimiento del cultivo y dependerá de la especie, densidad y tiempo de permanencia de ésta en el cultivo. Los objetivos de este estudio fueron determinar en suelo alcalino: a) si la especie y cultivar de *Phaseolus* sembrado en suelos alcalinos influye en la especie, densidad y materia seca de la maleza que ocurre

* Autor para correspondencia

en el cultivo ; b) tomando como variable el rendimiento y sus componentes, la sensibilidad de los cultivares de *Phaseolus* a la competencia con maleza. La siembra se realizó bajo condiciones de lluvia en Montecillo, Méx., de clima templado el 19 de junio de 2017, a la densidad de 11.1 plantas por m⁻², en surcos de 80 cm de separación. El suelo es un Fluvisol arcilloso con pH de 8.0 a 8.12, una conductividad eléctrica (CE) de 0.556-0.962 dS m⁻¹, fertilizado con 100-100-00 de NPK. Los genotipos de *Phaseolus* utilizados fueron: 10 de cultivares de *Phaseolus vulgaris* L y 3 de *Phaseolus coccineus* L. Los resultados indican que la ocurrencia de las especies, densidad y materia seca de la maleza está en función del cultivar de *Phaseolus*. Los cultivares de *P.coccineus* L. muestran menor sensibilidad a la competencia con maleza y en consecuencia un rendimiento más alto en suelos alcalinos. Asimismo, dentro de los *P. vulgaris* L. el cultivar Flor de Durazno muestra mayor tolerancia a la competencia con maleza y en consecuencia rendimiento más alto. En orden de mayor sensibilidad a la competencia le siguen Bayomex, Pinto Villa, Ojo de Cabra y Negro Querétaro que presentan el rendimiento más bajo y mayor población de maleza.

Palabras clave: componentes del rendimiento, sensibilidad a la competencia, valor de importancia, distribución de materia seca.

RESUMO

No México, solos moderadamente básicos, ou seja, com pH entre 7,4 e 8,5, são encontrados em quase metade do país (48% da área total do país) e geralmente apresentam alto teor de cálcio e magnésio, mas baixa disponibilidade de micronutrientes. Relatos indicam que o feijão é altamente sensível à deficiência de ferro. Portanto, espera-se que as culturas de feijão nessas áreas apresentem sintomas de deficiência de ferro e, consequentemente, baixa produtividade. Além disso, a presença de plantas daninhas no feijão leva à redução da produtividade da cultura e dependerá da espécie, da densidade e do tempo de permanência das plantas daninhas na cultura. Os objetivos deste estudo foram determinar, em solos alcalinos: a) se a espécie e a cultivar de *Phaseolus* plantadas em solos alcalinos influenciam as espécies, a densidade e a matéria seca das plantas daninhas encontradas na cultura; b) tomando como variável a produtividade e seus componentes, a sensibilidade das cultivares de *Phaseolus* à competição com plantas daninhas. A semeadura foi realizada sob condições chuvosas em Montecillo, México, clima temperado, em 19 de junho de 2017, a uma densidade de 11,1 plantas por m⁻², em sulcos de 80 cm de distância. O solo é um Fluvisolo argiloso com pH de 8,0 a 8,12, condutividade elétrica (CE) de 0,556-0,962 dS m⁻¹, fertilizado com 100-100-00 de NPK. Os genótipos de *Phaseolus* utilizados foram: 10 cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. e 3 de *Phaseolus coccineus* L.. Os resultados indicam que a ocorrência da espécie, densidade e matéria seca da planta daninha é uma função da cultivar *Phaseolus*. As cultivares de *P. coccineus* L. apresentam menor sensibilidade à competição de plantas daninhas e, consequentemente, maiores produtividades em solos alcalinos. Da mesma forma, entre as cultivares de *P. vulgaris* L., a cultivar Flor de Durazno apresenta maior tolerância à competição com plantas daninhas e, consequentemente, maiores produtividades. Em seguida, em ordem de maior sensibilidade à competição, estão Bayomex, Pinto Villa, Ojo de Cabra e Negro Querétaro, que apresentam as menores produtividades e as maiores populações de plantas daninhas.

Palavras-chave: componentes da produtividade, sensibilidade à competição, valor de importância, distribuição da matéria seca.

ABSTRACT

In Mexico, moderately basic soils, i.e., with a pH between 7.4 and 8.5, are found across almost half the country (48% of the total national land area) and generally have high calcium and magnesium content but low micronutrient availability. Reports indicate that beans are highly sensitive to iron deficiency. Thus, bean crops in these areas are expected to show symptoms of iron deficiency and, consequently, low yields. Furthermore, the presence of weeds in beans leads to a reduction in crop

yield and will depend on the species, density, and time the weeds remain in the crop. The objectives of this study were to determine in alkaline soils: a) whether the species and cultivar of *Phaseolus* planted in alkaline soils influence the species, density, and dry matter of weeds found in the crop; b) taking as a variable the yield and its components, the sensitivity of the *Phaseolus* cultivars to competition with weeds. Sowing was carried out under rainy conditions in Montecillo, Mex., temperate climate on June 19, 2017, at a density of 11.1 plants per m⁻², in furrows 80 cm apart. The soil is a clayey Fluvisol with a pH of 8.0 to 8.12, an electrical conductivity (EC) of 0.556-0.962 dS m⁻¹, fertilized with 100-100-00 of NPK. The *Phaseolus* genotypes used were: 10 cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. and 3 of *Phaseolus coccineus* L.. The results indicate that the occurrence of the species, density and dry matter of the weed is a function of the *Phaseolus* cultivar. *P. coccineus* L. cultivars show lower sensitivity to weed competition and consequently higher yields in alkaline soils. Likewise, among *P. vulgaris* L. cultivars, the Flor de Durazno cultivar shows greater tolerance to weed competition and consequently higher yields. Following in order of greatest sensitivity to competition are Bayomex, Pinto Villa, Ojo de Cabra, and Negro Querétaro, which have the lowest yields and the highest weed populations.

Keywords: yield components, sensitivity to competition, importance value, dry matter distribution.

1 INTRODUCCIÓN

En México los suelos denominados moderadamente básicos, es decir pH entre 7.4 y 8.5, se dispersan por casi la mitad del país (48.3% de la superficie total nacional) y tienen por lo general un alto contenido de calcio y magnesio, pero una baja disponibilidad de hierro, manganeso, boro, cobre y zinc. Esta situación es a menudo reforzada por una baja aireación del suelo causada por la compactación, saturación de humedad y baja temperatura del suelo. Las especies o cultivares que crecen sin desarrollar síntomas de clorosis en suelos alcalinos se consideran altamente eficientes en uso del hierro (EUF). Los que muestran clorosis es síntoma de baja EUF (Brown y Jones, 1976). Los mecanismos responsables de la EUF han sido revisados por Romheld y Marschner (1986). Los estudios sobre nutrición mineral en suelos calcáreos, en particular del hierro en soya y cacahuate proporcionan un ejemplo clásico de un control genético (Froenlich y Fehr, 1981). Los reportes indican que el frijol es altamente sensible a la deficiencia de hierro (León, 2007). Así, se espera que el frijol sembrado en suelos alcalinos muestren síntomas de deficiencia de éste nutrimento y en consecuencia un rendimiento más bajo, sin embargo en *Phaseolus coccineus* L., los estudios han sido limitados. Estudios realizados por Escalante y Rodríguez (2008) en suelos alcalinos, indican que la biomasa y rendimiento de Ayocote es superior a, Bayomex, Criollo Tequexquinahuac y Canario 107. En otro estudio realizado por los mismos autores (1995), reportan que desde los 39 días después de la siembra(DDS) los cultivares Michoacán 12A3 y Canario mostraron severos síntomas de deficiencia de hierro; en menor grado Bayo Madero, Ojo de Cabra, Flor de Durazno; Ayocote y Negro precoz no mostraron. La sobrevivencia fue superior al 80% en Flor de Durazno, Negro precoz y Ayocote; 49% para Canario-107; menos del 30% para Michoacán 12A3.

El rendimiento más alto correspondió a Flor de Durazno, Negro precoz y Ayocote; y el más bajo a Ojo de Cabra, Canario-107, Bayo Madero y Michoacán 12A3. Los cambios en el rendimiento se relacionaron con el número de vainas m⁻² y la sobrevivencia (%). No se logró producción con Cacahuete-72, Negro Perla y Criollo Tequexquihuac. Estos resultados sugieren que es posible incrementar la producción en éstos suelos con el uso de cultivares de menor sensibilidad a los desórdenes ocasionados por el pH alto del suelo. Por otra parte, la presencia de maleza en el frijol conduce a una reducción en el rendimiento del cultivo y dependerá de la especie, densidad y tiempo de permanencia de la maleza en el cultivo. Los objetivos de este estudio fueron determinar: a) si la especie y cultivar de *Phaseolus* sembrado en suelos alcalinos influye en la especie, densidad y materia seca de la maleza que ocurre en el cultivo ; b) tomando como variable el rendimiento y sus componentes, la sensibilidad de los cultivares de *Phaseolus* a la competencia con maleza en suelos alcalinos.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

La siembra se realizó se realizó el 19 de junio de 2017 a la densidad de 11.1 plantas por m⁻², en surcos de 30 cm de separación bajo condiciones de temporal en Montecillo, Méx. (19°29' N, 98° 45'W, 2 250 m de altitud, clima templado según García, 2004). El suelo fue de tipo Fluvisol arcilloso con pH de 8.0 a 8.12, una conductividad eléctrica (CE) de 0.556-0.962 dS m⁻¹, fertilizado con 100-100-00 de NPK. Los genotipos de *Phaseolus* utilizados en el presente estudio así como sus características morfológicas y fenología se presentan en el cuadro 1.

Cultivar	Hábito de crecimiento	Tipo	Días a floración (R6)	Días a madurez fisiológica (R9)
Bayomex	Determinado	I	45	100
Flor de Durazno	Determinado	I	46	102
Bayo Zacatecas	Indeterminado	II	50	105
Ojo de Venado*	Indeterminado	II	50	100
Promesa *	Indeterminado	II	52	103
Morito *	Indeterminado	II	54	105
Ayocote Morado *	Indeterminado	II	52	110
Ayocote Blanco *	Indeterminado	II	52	112
Ayocote Negro *	Indeterminado	II	54	112
Flor de Mayo	Indeterminado	III	60	115
Ojo de Cabra	Indeterminado	III	53	108
Pinto Villa	Indeterminado	III	45	98
Negrocel	Indeterminado	III	55	105

*Son accesiones de la zona circundante a Chapingo-Montecillo: Ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) de Juchitepec Méx., Ojo de Venado de Tepetlixpa Méx., Morito y Promesa (*Phaseolus vulgaris* L.) de Coatlinchán Méx.

El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Durante el ciclo del cultivo se registró el promedio decenal de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) máxima ($T_{\text{máx}}$) y mínima ($T_{\text{mín}}$), la suma decenal y estacional de la precipitación, la radiación fotosintéticamente activa (RFA) En el frijol se evaluó la fenología (de acuerdo con el criterio señalado en Escalante y Kohashi, 2024), el Rendimiento de grano (RG, MS, g) y sus componentes: número de granos m^{-2} (NG), tamaño de grano (TG, MS promedio por grano), Número de vainas normales m^{-2} (NV, aquellas que contengan al menos una semilla normal), número de racimos m^{-2} (RAC), el número de nudos m^{-2} (NUDOS) y el número de plantas de frijol por m^{-2} . Se aplicó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey. Para la maleza, en un cuadrante de 50 X 50 cm por cada unidad experimental se evaluó a los 31 dds, el número de especies, la densidad y la producción de biomasa. Los datos se reportan por m^2 . Además se calculó la densidad relativa ($\text{DR} = (\text{número de individuos por especie} / \text{número de individuos de todas las especies}) * 100$) y la dominancia relativa ($\text{DOR} = (\text{MS de los individuos de una especie} / \text{MS de los individuos de todas las especies}) * 100$) y el valor de importancia (VI) como la suma de la DR y DOR.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ELEMENTOS DEL CLIMA

Durante el crecimiento de la maleza y desarrollo del frijol, la $T_{\text{máx}}$ osciló entre 26 y 30°C y la $T_{\text{mín}}$ entre 6 y 11°C . La precipitación total acumulada durante la estación de crecimiento fue de 264 mm (el 50% ocurrió en la etapa reproductiva) y la RFA de 883 MJ m^{-2} . Puesto que las condiciones de temperatura y precipitación no estuvieron muy alejados dentro del rango normal durante la etapa de conducción del experimento (promedio histórico de 25 años, $T_{\text{máx}}$ 23.2 a 27.2°C ; $T_{\text{mín}}$ 7.7 y 11°C , precipitación 13% inferior, se considera que el desarrollo de la maleza y el frijol puede considerarse dentro del margen desarrollo normal bajo estas condiciones.

MALEZA

En el cuadro 1 que presenta la densidad y materia seca de las especies de maleza que ocurren en el cultivo de frijol sembrado en suelo alcalino, se observa que en el testigo (donde no se sembró frijol ni se removió la maleza) se presenta en orden de valor de importancia *Simsia amplexicaulis*, gramíneas, *Chenopodium album*, *Brassica rapa* y *Amaranthus*. A excepción de *Brassica*, el resto de las especies también son comunes en suelos no alcalinos de la misma zona (Escalante y Rodríguez, 2007). Asimismo, se observa que la especie, densidad y materia seca de la maleza (de la siguiente generación después de la eliminación realizada a los 31 dds de la siembra del cultivo), mostró cambios en función del cultivar de *Phaseolus* sembrado. En la siembra con ayocote

(*Phaseolus coccineus* L.) se encontró la más baja densidad y materia seca de maleza (16 a 32 plantas m⁻²; y 216 a 331 g m⁻², respectivamente). El número de plantas de ayocote estuvo entre 12 y 17 plantas m⁻².

En cuanto a frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) , Flor de Durazno mostró el mayor número de plantas con 16 m⁻² y menor densidad y materia seca de maleza (76 plantas m⁻² y 588 g m⁻², respectivamente), seguido de Negro Querétaro y Ojo de venado con 5 plantas m⁻², Pinto Villa y Bayomex con 1 planta m⁻², que mostraron una densidad y materia seca de maleza entre 40 a 76 plantas m⁻² y 404 a 588 g m⁻², respectivamente (cuadro 1).

FENOLOGÍA, RENDIMIENTO, COMPONENTES DEL AYOCOTE Y FRIJOL

La fenología del frijol fue similar entre tratamientos. La emergencia (V1) ocurrió a los 10 dds, el inicio de floración (R6) a los 50 dds, y la madurez fisiológica (R9) a los 112 dds. Bajo competencia con la maleza después de los 31 dds, el Ayocote Negro, Morado y Blanco fue el que mostró mayor rendimiento de grano con 159,159 y 125 g m⁻², respectivamente. Dentro del frijol (*P.vulgaris* L.), Flor de durazno mostró el rendimiento más alto con 128 g m⁻² seguido de Negro Querétaro, Ojo de Venado, Pinto Villa y Bayomex con 12, 10, 4 y 2 g m⁻², respectivamente. En ambas especies de *Phaseolus* el rendimiento se relacionó con el número de granos, racimos y nudos por m² y principalmente con la sobrevivencia debido en parte a la competencia con maleza. El tamaño de grano mostró diferencias significativas entre cultivares (cuadro 2). El ayocote mostró los granos de mayor tamaño (0.542 a 0.746 g), seguida de *P.vulgaris* donde Flor de Durazno mostró el mayor tamaño con 0.412g, Ojo de Venado con 0.250 g, Pinto Villa 0.231 g, Negro Querétaro con 0.205 g y Bayomex que mostró el grano más pequeño con 0.200 g. Por otra parte, la distribución de materia seca entre el pericarpio y el grano en el fruto mostró diferencias significativas (cuadro 2). Así, la mayor distribución de materia seca hacia el grano se encontró en Ayocote Blanco (66%), seguida de Flor de Durazno Y Ojo de Venado (64%), Ayocote Morado y Negro (63%), Pinto Villa y Bayomex (50%) y Negro Querétaro (48%). Cabe señalar que los cultivares de *P. vulgaris* Bayo Zacatecas, Promesa, Morito, Flor de Mayo y Ojo de Cabra no sobrevivieron bajo éstas condiciones de crecimiento del frijol.

Cuadro 1.- Densidad (plantas m⁻²) y materia seca (g m⁻²), densidad relativa (DR,%) , dominancia relativa (DOR,%) y valor de importancia (VI) de las especies de maleza en el cultivo de frijol en suelo alcalino. Montecillo Méx. Verano 2017.

<i>Phaseolus</i>	variable	<i>Simsia</i>	<i>Chenopodium</i>	<i>Brassica</i>	<i>Gramineas</i>	<i>Amaranthus</i>	Σ
AYON	DEN	8	4	4	0	0	16
	MS(g m-2)	132	16	68	0	0	216
	DR	50	25	25	0	0	100
	DOR	61	8	31	0	0	100
	VI	111	33	56	0	0	200
AYOM	DEN	9	0	0	14	4	27
	MS(g m-2)	116	0	0	76	96	288
	DR	33	0	0	52	15	100
	DOR	40	0	0	26	34	100
	VI	73	0	0	78	49	200
AYOB	DEN	8	8	0	16	0	32
	MS(g m-2)	169	64	0	148	0	381
	DR	25	25	0	50	0	100
	DOR	44	17	0	39	0	100
	VI	69	42	0	89	0	200
FDO	DEN	28	4	8	32	4	76
	MS(g m-2)	186	60	112	182	48	588
	DR	37	5	11	42	5	100
	DOR	32	10	19	31	8	100
	VI	69	15	30	73	13	200
NQRO	DEN	36	20	20	0	0	76
	MS(g m-2)	348	180	68	0	0	588
	DR	48	26	26	0	0	100
	DOR	59	31	10	0	0	100
	VI	107	57	36	0	0	200
OJVE	DEN	12	0	8	20	0	40
	MS(g m-2)	207	0	120	152	0	479
	DR	30	0	20	50	0	100
	DOR	43	0	25	32	0	100
	VI	73	0	45	82	0	200
PINVI	DEN	12	16	0	12	0	40
	MS(g m-2)	224	120	0	60	0	404
	DR	20	40	0	30	0	100
	DOR	55	30	0	15	0	100
	VI	75	70	0	45	0	190
BYMEX	DEN	4	0	0	56	0	60
	MS(g m-2)	248	0	0	272	0	520
	DR	7	0	0	93	0	100
	DOR	48	0	0	52	0	100
	VI	55	0	0	145	0	200
TESTIGO	DEN	33	17	16	94	14	174
	MS(g m-2)	4172	660	68	140	131	5171
	DR	19	10	9	54	8	100
	DOR	81	13	1	3	2	100
	VI	100	27	20	57	10	214

AYON=ayocote negro,AYOm=ayocote morado,AYOB=ayocote blanco,FDO=flor de durazno,NQRO=negro Querétaro,OJVE=ojo de venado,PINVI=pinto Villa,BYMEX= bayomex,TESTIGO=sin cultivo.

Cuadro 2.- Rendimiento y componentes en cultivares de *Phaseolus* spp en función de la competencia con maleza en suelo alcalino. Montecillo Méx. Verano 2017. Datos de cuatro repeticiones.

Cultivar	RG (gm ⁻²)	NG m ⁻²	TG (g)	NV m ⁻²	GV	RAC m ⁻²	NN m ⁻²	MS PO (%)	MS grano (%)	Plantas m ⁻²
AYON	159 a	251 ab	0.746 a	139 a	1.5 a	61 ab	940ab	37 ab	63 ab	12 ab
AYOM	159 a	316 a	0.542 abc	146 a	1.9 a	82 ab	1467 a	37 ab	63 ab	17 a
FDO	128 ab	298 a	0.412 bcd	126 a	2.0 a	83 ab	282 bc	36 ab	64 ab	16 a
AYOB	125 ab	243 ab	0.568 ab	143 a	1.8 a	95 a	931 ab	34 b	66 a	16 a
NQRO	12 b	170 b	0.205 d	44 a	1.3 a	30ab	74 c	52 a	48 b	5 ab
OJVE	10 b	40 c	0.250 d	15 a	2.5 a	17 ab	87 c	36 ab	64 ab	5 ab
PINVI	4 b	58 c	0.231 d	12 a	1.6 a	10 b	49 c	50 ab	50 ab	1 b
BYMEX	2 b	33 c	0.200 d	7 a	1.5 a	6 b	79 c	50 ab	50 ab	1 b
Media general	75	231	0.481	79	1.8	48	488	31	69	9
PROB. F	0.03	0.03	0.008	0.08	0.55	0.10	0.003	0.31	0.31	0.02
Tukey 0.05	152	100	0.309	146	1.4	85	784	17	17	11

RG=Rendimiento de grano, NG=número de granos, TG= tamaño de grano (g),NV=número de vainas, GV=grano por vaina, RAC=número de racimos, NN=número de nudos;MS=materia seca, PO=pericarpio.AYON=ayocote negro, AYOM=ayocote morado, AYOB=ayocote blanco, FDO=flor de durazno, NQRO=negro Querétaro, OJVE=ojo de venado, PINVI=pinto Villa, BYMEX= bayomex.

4 CONCLUSIONES

La ocurrencia de las especies, densidad y materia seca de la maleza está en función del cultivar de *Phaseolus*. Los cultivares de *P.coccineus* L. muestran menor sensibilidad a la competencia con maleza y en consecuencia un RGimiento más alto en suelos alcalinos. Dentro de los *P. vulgaris* L. el cultivar Flor de Durazno muestra mayor tolerancia a la competencia con maleza y en consecuencia RGimiento más alto. En orden de mayor sensibilidad a la competencia le siguen Bayomex, Pinto Villa, Ojo de Cabra y Negro Querétaro que presentan el RGimiento más bajo y mayor población de maleza.

REFERENCIAS

Brown J. C. and W. E. Jones. 1976. A technique to determine iron efficiency in plants. Soil Sci. Soc. Am. J. 40:398-405.

Escalante Estrada J. Alberto and Ma. Teresa Rodríguez G. 1995. Plant establishment and seed yield of common bean in soil with high pH. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 40:50-51.

Escalante Estrada J. Alberto and Ma. Teresa Rodríguez G. 2007. Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield reduction based on weed intensity competition. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 50:169-170.

Escalante Estrada J. Alberto and Ma. Teresa Rodríguez G. 2008. Phenology, growth analysis and yield of beans in alkaline soils. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 51:238-239.

Escalante Estrada J. Alberto y J. Kohashi Shibata. 2024. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para toma de datos. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Mpio. De Texcoco Méx. 84 pág.

Froehlich D.M. and W.R. Fehr. 1981. Agronomic performance of soybeans with differing levels of iron deficiency chlorosis on calcareous soils. Crop Sci. 21:438-440.

García E. L. 2004. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen4a. ed. UNAM. México, D.F. 217 p.

León A.R. 2007. Acidéz y alcalinidad (pH) o reacción del suelo. Curso de diagnóstico de suelos en campo. [Http://weblogs.madrimasd.org](http://weblogs.madrimasd.org). (consultado el 20 de septiembre 2008).

Romheld V. and H. Marschner. 1986. Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species. In "Advances in plant nutrition" Vol 2 (B. Tinker and A. Lauchli, eds.) pp.155-204. Praeger Scientific. New York.