

LA RELACIÓN Mn/Zn EN LA PRODUCCIÓN DE MANZANA DE CALIDAD C.V. *Golden delicious*, EN SUELOS CALCÁREOS

Luis Miguel Lasso Mendoza¹

Edmundo Peña Cervantes¹

Juan Manuel Cepeda Dovala¹

Angel R. Cepeda Dovala¹

Reynaldo Alonso Velazco²

Esteban Joaquín Medina³

¹ Profesor investigador del Departamento de Suelos de la UAAAN.

² Profesor investigador del Departamento de Horticultura de la UAAAN.

³ Alumno de la maestría en suelos y actual profesor investigador de la BUAP.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el municipio de Arteaga, Coahuila, México, durante el ciclo agrícola 1998. Se realizaron aplicaciones de los micronutrientes zinc y manganeso, vía foliar, en dosis de 0, 20, 40, 80 ppm de zinc, y de 0, 60, 90, 120 ppm de manganeso en 16 tratamientos con tres repeticiones. El crecimiento longitudinal de ramas presentó una diferencia altamente significativa entre tratamientos en los cuatro puntos cardinales. El diámetro de ramas presentó diferencias entre tratamientos en los puntos cardinales Sur y Este; para los puntos Norte y Oeste no se obtuvo ninguna diferencia. Para el crecimiento del fruto en su diámetro polar del punto cardinal Sur, se obtuvo diferencia entre tratamientos, no así en el punto Este. El crecimiento del fruto en su diámetro ecuatorial del lado Sur, obtuvo una diferencia entre tratamientos, y para el Este no existió diferencia alguna. Los grados brix mostraron diferencias a la aplicación de los micronutrientes. El rendimiento fue clasificado en categorías, por lo que la segunda y la tercera no presentaron diferencias estadísticas; las categorías extra, primera y el rendimiento total sí presentaron diferente respuesta a la aplicación de los microelementos. Para los microelementos zinc y manganeso en la planta, ambos se encontraron dentro del rango de suficiencia según Benton y Harry, 1991. Ambos micronutrientes influyeron tanto en el crecimiento vegetativo como del fruto, y también afectaron el rendimiento, los grados brix y la concentración de éstos en la planta de manzano.

Palabras clave: (*Malus spp*), nutrición vegetal, suelo, crecimiento del fruto, grados Brix.

ABSTRACT

The present work was realized in the state of Arteaga, Coahuila, Mexico, during the agriculture cycle of the year 1998. there they uses applications of micronutrients of zinc and manganese, with doses of 0, 20,40, 80 ppm of zinc and 0, 60, 90, 120, ppm of manganese; and as a result there were 16 treatments with 3 repetitions. The longitudinal growth of the branches show a haughty difference between treatments in the four cardinal points. The diameter of the branches shown a difference between the treatments in the cardinal points of south and east and in the north and south point there wasn't any difference. For the growing of the fruit in its polar diameter of the cardinal point of south, there we obtained a difference between treatments, but we can say the same thing for the east point. The growing of fruit in the equatorial diameter of the south side, we obtained a difference between treatments and for the east there wasn't any difference. The brix grades shown a difference in the application of micronutrients. The performance was classified in categories; because, the second and third category didn't show an statistics difference; the extra categories, the first and total performance did how a different respond in the application of micronutrients. For the micronutrients zinc and manganese in the plant, both of them are in the rank of enough, says Benton and Harry, 1991. Both micronutrients hare influence in the vegetation growth as in fruit, there are it also affects the performance, the brix grades and the concentration of this in the apple plant.

Key words: (*Malus spp*), plant nutrition, soil, growing of fruit, brix grades.

INTRODUCCIÓN

El manzano (*Malus spp*) es originario de la región templada de Europa, Cáucaso y Asia central. Es un frutal caducifolio de clima templado y su fruto es apreciado por su sabor y valor alimenticio. Los principales estados productores de México son: Chihuahua, Coahuila y Durango.

En el estado de Coahuila, al sur del municipio de Saltillo, en la región de Agua Nueva y en el municipio de Arteaga, las variedades más cultivadas son: la *Golden Delicious*, la *Red delicious*, y en menor proporción, la *Rome Beuty*, la *Jonathan*, *Starking* y la *Rosa Española*.

En lo que respecta a los suelos de México se considera que más del 60 % son suelos calcáreos, que se localizan en su mayoría en el norte del país. Son suelos que tienen limitaciones de erosión, profundidad, texturas pesadas, pH elevados, altos contenidos de carbonatos y escasa cantidad de materia orgánica.

Los suelos de la región manzanera del municipio de Arteaga, Coahuila, son calcáreos con pH alcalino, lo que provoca baja eficiencia en la asimilación de algunos nutrimentos, tales como hierro, manganeso, calcio, magnesio y zinc.

En los sistemas de riego y temporal de las huertas de la región se presentan síntomas de deficiencias nutrimentales de hierro, manganeso, potasio, y en menor grado el nitrógeno y zinc, debido al elevado pH de los suelos.

Por lo anterior, es necesario estudiar la forma de corregir tales deficiencias, sobre todo de los micronutrimentos, para lograr una producción de calidad, por lo que se plantean los objetivos e hipótesis siguientes:

Objetivos

- Corregir la deficiencia de manganeso.
- Corregir la deficiencia de zinc.
- Satisfacer la demanda nutricional de la planta, tanto de zinc como de manganeso
- Obtener la mejor relación Mn/Zn para corregir la deficiencia en el manzano.
- Mejorar la calidad del fruto.

Hipótesis

La forma más adecuada de corregir las deficiencias de Mn y Zn en el cultivo del manzano, es mediante aplicaciones foliares de estos nutrimentos.

Al corregir la deficiencia de zinc y manganeso en el manzano, se mejora la calidad del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra dentro del cañón conocido como La Roja, del municipio de Arteaga, Coahuila. Se localiza en las coordenadas de 25° 26' 00" de latitud Norte y 100° 51' longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1920 metros. El experimento se llevó a cabo durante el ciclo de producción 1998.

Descripción del material vegetativo

El material vegetativo utilizado fueron 48 árboles de manzano c.v. *Golden delicious*, de 13 años de edad.

Material fertilizante

Se utilizaron fertilizantes químicos que contienen los elementos Zn y Mn como son:

Kelatex Mn 9 %.

Maxiquel Zn 290 basado en EDTA al 8 %.

Tanto el Mn como el Zn se aplicaron en forma foliar. En todos los tratamientos, al suelo se le aplicó, de manera uniforme, el producto maxiquel Fe 190, basado en EDDHA al 6 %; además se fertilizó con nutrimentos mayores, con la dosis 50 - 50 - 50, para lo cual se emplearon las fuentes de: urea 46 - 0 - 0, superfosfato triple 0 - 46 - 0, sulfato de potasio 0 - 0 - 50, en una población de 500 árboles/ha; se aplicaron 217.391 g de urea, 217.391 g de superfosfato triple y 200 g de sulfato de potasio por árbol.

Factores y niveles de estudio

Se estudiaron dos factores con cuatro niveles de estudio en 16 tratamientos. Los factores de estudio fueron el Zinc y el Manganeseo; para el Zinc se aplicaron los niveles

de 0, 20, 40, 80 ppm; para el manganeso de 0, 60, 90, 120 ppm.

Diseño experimental y distribución de tratamientos

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con 16 tratamientos y tres repeticiones, de los cuales la dosis 0 de Mn y Zn fue el testigo.

$$Y_{ij} = m + t_i + E_{ij} \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 \text{ tratamientos.}$$

Donde:

Y_{ij} = es la variable respuesta

μ = media poblacional

τ_i = efecto de i-esimo tratamiento

E_{ij} = error experimental (Steel y Torrie 1993)

Cuadro 1. Cuadro de tratamientos

Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn
ppm		ppm		ppm		ppm	
1)0	0	5)60	0	9)90	0	13)120	0
2)0	20	6)60	20	10)90	20	14)120	20
3)0	40	7)60	40	11)90	40	15)120	40

4)0 80 8)60 80 12)90 80 16)120 80

Variables a evaluar en la planta

Crecimiento vegetativo

Se seleccionaron ramas del árbol, una por cada punto cardinal (Norte, Sur, Este y Oeste); de ellas se tomaron las medidas de longitud y grosor, en milímetros, con un vernier y una regla.

Crecimiento del fruto

Esta variable se evaluó a partir de que el fruto alcanzó el tamaño de una canica (dos centímetros de diámetro), cada evaluación con un intervalo de 40 días, hasta el momento de la cosecha. Se midió en milímetros, con un vernier.

Calidad del fruto

Se determinó al momento de la cosecha basándose en la forma y tamaño, principalmente.

Cuadro 2. Clasificación de las manzanas según su diámetro

Categoría	Diámetro
Extra	Mayor de 6.7 cm
Primera	6.6 – 6.2 cm
Segunda	6.1 – 5.5 cm

Tercera Menor de 5.5 cm

Grados brix

Se determinó después de la cosecha, por medio de un refractómetro.

Rendimiento

Se determinó al momento de la cosecha, en kg/ha. así como por categoría.

Elementos nutrimentales

Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, fierro, zinc y manganeso. Se determinaron por medio de un análisis foliar, por el método de absorción atómica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento vegetativo en longitud de ramas

El cuadro 3 muestra la respuesta que se obtuvo por tratamiento y por punto cardinal de la variable crecimiento en longitud de ramas, así tenemos que según el ANVA existió una diferencia altamente significativa entre tratamientos y en los cuatro puntos cardinales.

Cuadro 3. Medias de respuesta en mm de la variable longitud de ramas por cada punto cardinal y por tratamiento en el cultivo del manzano, del cañón de La Roja, del municipio de Arteaga, Coah.,1998

Card	Tratamientos															
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
N	25	28.3	16.6	51.6	23.3	8.3	18.3	15	15	15	21.6	23.3	30	18.3	20	11
S	31.6	31.6	23.3	16.6	25	60	18.3	20	15	23.3	30	26.6	28.3	26.6	31.6	66.6
E	76.6	80	25	33.3	21.6	20	25	20	45	13.3	33.3	33.3	96.6	10	30	37
W	15	46.6	16.6	25	48.3	25	16.6	20	8.3	11.6	45	23.3	40	30	20	23.3

N= Norte S= Sur E= Este W= Oeste

Para el lado norte los mejores tratamientos fueron el cuatro, el 13 y el dos, según la prueba de Tukey; para el sur, el seis y 16; para el este, los tratamientos 13, dos y uno, y para el oeste fueron el cinco y el dos.

Crecimiento vegetativo de las ramas, en diámetro

En lo que respecta a la variable diámetro de ramas, se tiene que para el norte y el oeste, según el análisis de varianza, no existió diferencia significativa entre los tratamientos; para el lado sur, existió diferencia significativa al nivel del 5 %, y para el este, la diferencia fue altamente significativa al 1 %, según el análisis de varianza.

Cuadro 5. Medias de respuesta en mm de la variable crecimiento del fruto en diámetro ecuatorial y polar por punto cardinal y por tratamiento, en el cultivo del manzano del cañón de La Roja, municipio de Arteaga, Coah.,1998

Punto Cardinal Diámetro	Tratamientos																
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	
Sur	P	15.6	22	13	15.6	15.6	17	16.3	15.6	15.6	11.3	17	16.6	12	16	16.6	18
	E	20.3	22	18.3	22.3	20.3	19	20.3	19	19	17	19.6	21.6	22	20	20.3	22
Este	P	15	16.6	16.3	14.3	13.3	11.6	17.3	14.3	13.3	14.3	13.6	17.6	15.3	17	16.3	15
	E	20.3	18.3	18	22	19.6	14.6	20.3	19.3	23	19.6	19.6	18.6	24	20.3	18.6	20.6

P = crecimiento del diámetro polar en mm. E = crecimiento del diámetro ecuatorial en mm.

De acuerdo al análisis de varianza, en el crecimiento del fruto en su diámetro polar sur existió una diferencia altamente significativa, y para el lado este no existió tal diferencia.

Con respecto al diámetro ecuatorial, en el lado sur no existió diferencia significativa, mientras que para el lado este hubo una diferencia altamente significativa, según el análisis de varianza.

De acuerdo a la prueba de Tukey, para el crecimiento polar sur el mejor tratamiento fue el dos, y para el diámetro ecuatorial el este; los mejores tratamientos fueron el 13, seguido del 9.

Rendimiento

En el cuadro No. 6. tenemos los rendimientos medios que se obtuvieron en esta variable, clasificándose en categorías, extra, primera, segunda, tercera y producción total en kg/ha.

Cuadro 6. Medias de respuesta en kg/ha de la variable rendimiento total y por categoría por tratamiento en el cultivo del manzano, del cañón de La Roja, municipio de Arteaga, Coah.,1998

Categoría	Tratamientos															
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Extra	1320	1421	183	2783	0	187	400	0	245	0	0	66	875	108	166	116
1 ^a	1316	579	366	2508	233	58	620	0	508	0	0	216	641	266	295	0
2 ^a	1887	141	741	2337	841	216	1116	0	500	33	133	733	1066	358	741	37
3 ^a	1133	125	1041	1029	2674	650	825	558	584	1566	183	987	891	358	1391	308
Total	5670	2337	2331	8658	3749	925	2963	558	1838	1600	391	2004	3374	1091	2595	462

De acuerdo al análisis de varianza, para la categoría extra existe una diferencia significativa, y para la categoría primera hay una diferencia altamente significativa; para las categorías segunda y tercera no existió diferencia significativa, mientras que para el rendimiento total, diferencia significativa fue del 5 %.

Para la prueba de Tukey, la categoría extra, la primera y el rendimiento total, el mejor tratamiento fue el cuatro. (Steel y Torrie 1993)

Grados brix

En el cuadro 7, en los tratamientos de las categorías extra, primera y total del rendimiento, donde la media de respuesta de los grados brix aparece en cero, es debido a que no existió producción.

Cuadro 7. Medias de respuesta en grados brix por categoría de rendimiento y por tratamiento en el cultivo del manzano del cañón de La Roja, municipio de Arteaga, Coah.,1998

Categoría	Tratamientos															
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Extra	17.7	18.1	18.5	17.7	0	18	17.5	0	17.6	0	0	17.6	18.7	18	18.5	17.9
1ª	17.2	17.3	19	17.3	17.1	16.2	17.4	0	17.5	0	0	17.8	17.5	18.2	18.6	0
Total	17.5	18	18.7	17.6	17.1	18.1	0	0	17	0	17.1	18.4	18	18.1	18.6	17.9

De acuerdo al análisis de varianza, en las categorías extra, primera y total existió una diferencia altamente significativa entre tratamientos al nivel del 1 %.

Con respecto a la prueba de Tukey para los grados brix del rendimiento total, los mejores tratamientos fueron el tres y el 15; para la categoría extra, el 13 y el tres; y para la primera, el tres, el 15 y el 14.

Concentración de nutrimentos

En lo que respecta al análisis foliar para el elemento manganeso, éste se llevó a cabo por el método de espectrofotometría de absorción atómica; el muestreo foliar se

realizó el 6 de agosto de 1998, con hojas representativas de cada tratamiento, para su posterior análisis. Las tres aplicaciones foliares se llevaron a cabo los días 22 de febrero, 13 de junio y 8 de julio de 1998.

En el cuadro 8 se presentan las medias que se obtuvieron de las concentraciones en ppm; estas medias son de las tres repeticiones.

Cuadro No. 8 Concentraciones en ppm obtenidas para la variable manganeso foliar.

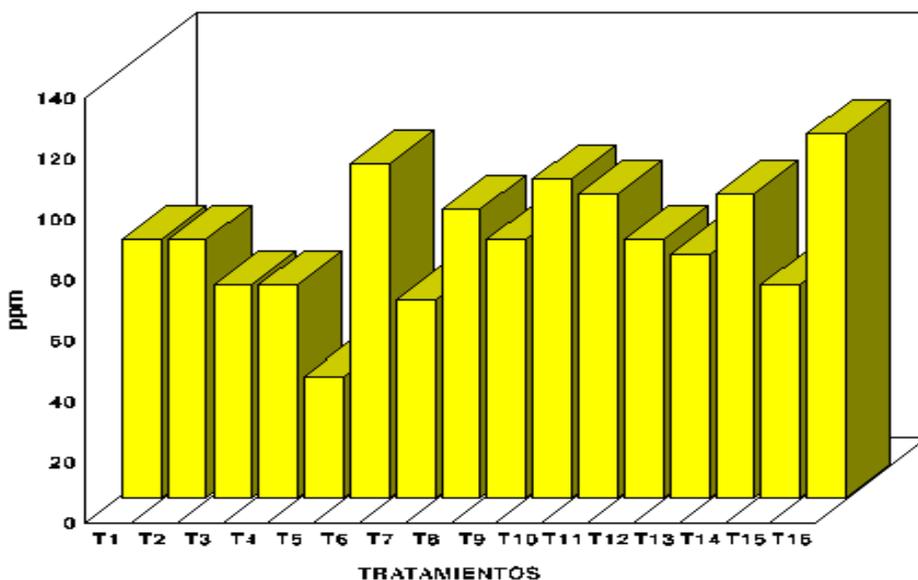
Tratamientos															
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
84.9	84.9	69.9	69.9	39.9	109	64.9	94.9	84.9	104	99.9	84.9	79.9	99.9	69.9	119

En la gráfica 1 se observan las respuestas a la aplicación de este elemento, de cada uno de los tratamientos; según Benton y Harry (1991), el rango de suficiencia de este elemento se encuentra en un rango de 25 a 200 ppm, por lo que se puede observar que todos los tratamientos se encuentran dentro de este nivel.

En la gráfica 1 se observan las respuestas a cada uno de los tratamientos a la aplicación de este elemento; según Benton y Harry (1991), el rango de suficiencia del manganeso es de 25 a 200 ppm, en tanto que para Rodríguez (1992), el rango es menor, (de 25 a 150 ppm), por lo que todos los tratamientos en estudio están dentro de estos rangos mencionados.

El tratamiento cinco tuvo una concentración de 39.9 ppm de manganeso; a este tratamiento se le aplicó una dosis de 60 ppm de Mn y 0 de zinc; el tratamiento 7 tuvo

una concentración de 64 ppm y se le aplicó una dosis de 60 ppm de Mn y 40 ppm de zinc. Los tratamientos que registraron la más elevada concentración fueron el 16, con una aplicación de 120 ppm de Mn y 80 de zinc, y un nivel de 119 ppm en las hojas; y el 10, con una aplicación de 90 ppm de Mn y 20 de zinc, y un nivel de 104 ppm en las hojas (Homan, 1967 y Love, 1988).



Grafica 1 Representación de las medias obtenidas de la variable concentración foliar de Manganeso, en el cultivo del manzano, del cañón de La Roja, Arteaga, Coahuila, 1998

Respecto a la concentración de Zn, en el cuadro 9 se presentan las medias que se obtuvieron para esta variable en el análisis foliar; se observa que hubo diferentes concentraciones, dependiendo de los tratamientos que se aplicaron.

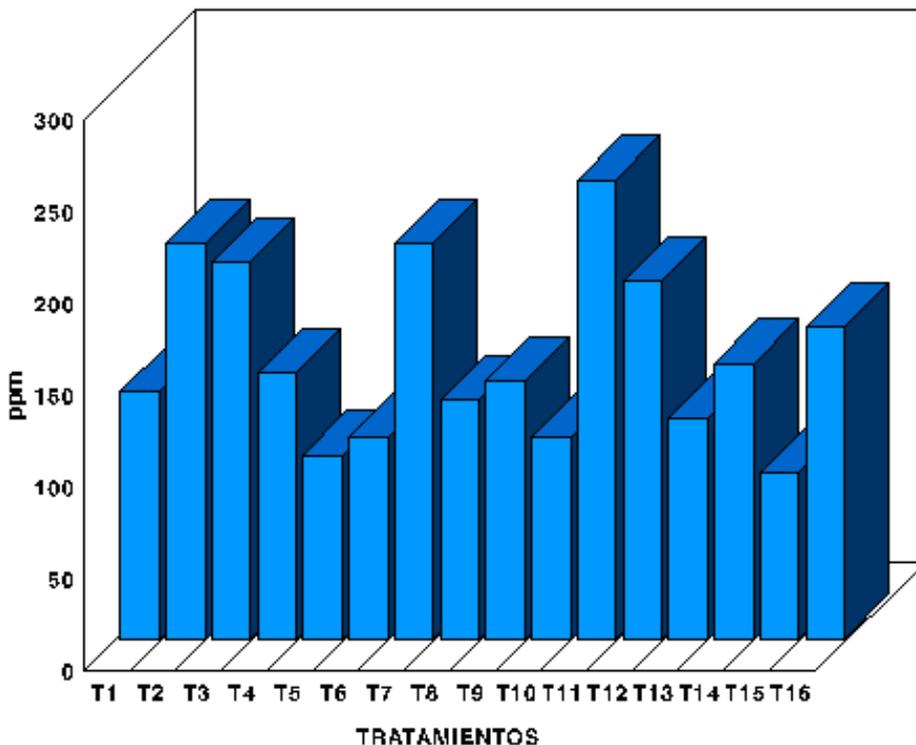
Cuadro No. 9 Concentraciones en ppm obtenidas para la variable zinc foliar.

Tratamientos															
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
134	214	204	144	99.9	109	214	129	139	109	249	194	119	149	89	169

En la gráfica 2 se muestran los resultados obtenidos de esta variable; en ella se ven las diferencias existentes entre tratamientos. Los rangos de suficiencia de este elemento para el cultivo de manzano son de 20 a 100 ppm; con respecto a este criterio se observa que la mayoría e los tratamientos superan este rango, aunque se mantienen en los niveles óptimos los tratamientos 5 y 15, ya que tuvieron una aplicación de 60 ppm de Mn y 0 de Zn y 120 de Mn y 40 de Zn, respectivamente (Love, 1988, Benton y Harry 1991).

Para Benton y Harry 1991 el rango de suficiencia es de 20 a 200 ppm, por lo que según este criterio, la mayoría de los tratamientos se encuentran en el nivel óptimo; únicamente lo sobrepasan los tratamientos 2, 3, 7 y 11; los tratamientos 2 y 3 contienen 20 y 40 ppm de Zn, respectivamente, y nada de Mn; el tratamiento 7 contiene 60 de Mn y 40 de Zn, y el 11, 90 de Mn y 40 de Zn.

Para Rodríguez (1992), es el mismo comportamiento que para Benton y Harry (1991), por lo tanto los tratamientos siguieron el mismo patrón en ambos criterios.



Gráfica 2 Representación de las medias obtenidas de la variable concentración foliar de Zinc, en el cultivo del manzano, del cañón de la Roja, Arteaga, Coahuila. 1998

CONCLUSIONES

- El tratamiento que más influyó en las variables en estudio fue el 13, que contenía 120 ppm de Mn y cero de Zinc
- La aplicación de los micronutrientes Mn y Zn sí logró que la planta se mantuviera en un nivel de suficiencia de ambos elementos, por lo tanto, la aplicación foliar

de estos elementos sí mejoró la calidad de los frutos; dado que estos elementos se encuentran en muy bajas concentraciones en el suelo, la aplicación foliar resulta viable para proveer a la planta de estos nutrimentos, y así mejorar la calidad de los frutos.

LITERATURA CITADA

Benton Wolf and B Harry. 1991. Plant analysis handbook. Micro-macro publishing, Inc.

Homan, P. H. 1967. Studies on the manganese of the chloroplast. *Plant physiology*. 42:997-1007.USA.

Love, A. 1988. Los microelementos en la agricultura. Ed. Mundiprensa. España.

Rodríguez Suppo, F 1992. Fertilizantes. Nutrición vegetal. AGT Editor S.A. México D. F.

Steel R. G. D. and J. H. Torrie. 1993 Principles and procedures of statistics. A aiometrical apprrach. Ed. MacGraw Hill L.T.D. Tokio, Japón