

Laboratorio de Nematología Agrícola, Instituto de Zoología Agrícola, Universidad Central de Venezuela, Apdo. 4579, Maracay 2101-A, Venezuela.

PATOGENICIDAD DEL NEMATODO AGALLADOR, *MELOIDOGYNE INCOGNITA*, EN YUCA (*MANIHOT ESCULENTA*)

por

R. CROZZOLI y NORA PARRA

Resumen. Para investigar la relación entre un rango de densidades poblacionales [0, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 y 512 segundos estados juveniles (J2)+huevos (hv)/cm³ de suelo] de *Meloidogyne incognita* raza 2 y el peso aéreo fresco, peso aéreo seco y peso radical fresco del cultivar de yuca (*Manihot esculenta*) Tempranita, se realizó un ensayo en bolsas plásticas de 3 l en umbráculo, utilizando estacas de 5 cm de longitud. Los resultados demostraron que el cv Tempranita fue poco afectado por *M. incognita*. Al introducir los valores en la ecuación de Seinhorst, $y = m + (1 - m)z^{P-T}$, el límite de tolerancia (T) a la población evaluada fue de 1 J2+hv/cm³ de suelo para peso aéreo seco y peso radical fresco y el peso mínimo relativo (m) para ambos parámetros fue de 0,79 a partir de poblaciones del nematodo superiores a 128 J2+hv/cm³ de suelo. El límite de tolerancia para peso aéreo fresco fue de 0,45 J2+hv/cm³ de suelo y el peso mínimo relativo de 0,73 a partir de poblaciones del nematodo superiores a 64 J2+hv/cm³ de suelo. Las poblaciones finales de *M. incognita* se incrementaron en suelos infestados hasta 8 J2+huevos/cm³ disminuyendo posteriormente. La tasa de reproducción del nematodo, con un valor de 29,6, fue alcanzada con $Pi=0,125$ J2+hv/cm³ de suelo y la densidad de equilibrio fue de 33 J2+hv/cm³ de suelo.

Summary. Pathogenicity of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on cassava (*Manihot esculenta*). A pathogenicity test was carried out in a screenhouse in 3 l plastic bags to evaluate the effect of *Meloidogyne incognita* race 2 on the growth of cassava cv. Tempranita. Increasing population densities [0, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 and 512 second stage juveniles (J2) and eggs/cm³ soil] of the nematode were inoculated to rooted cuttings. Results demonstrated that cv. Tempranita was slightly affected by *M. incognita*. The data fit well with Seinhorst's curves. According to the Seinhorst equation the tolerance limit (T) was 1 J2+eggs/cm³ of soil and minimum relative yield (m) 0.79 at 128 or more J2+eggs/cm³ of soil in top dry weight and root fresh weight; tolerance limit was 0.45 J2+eggs/cm³ of soil and minimum relative yield of 0.73 at 64 or more J2+eggs/cm³ of soil in top fresh weight. *M. incognita* populations increased in soil infested with up to 8 J2+eggs/cm³ soil; at larger initial population densities, a decline was observed. The maximum reproduction rate of *M. incognita* was 29.6 at $Pi=0.125$ J2+eggs/cm³ of soil, and the equilibrium density was 33 J2+eggs/cm³ of soil.

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es la principal planta alimenticia de vastas regiones de los Trópicos, como son la Cuenca Amazónica y el Centro de Africa (Rondón *et al.*, 1982; FAO, 1989). En Venezuela, es uno de los cultivos con mayores perspectivas por su ex-

traordinario rendimiento por unidad de superficie y fuente de calorías, arrojando en nutrientes comestibles el equivalente a 5 millones de Kcal/ha, muy superior si se le compara con los 0,4 millones de Kcal/ha del maíz (Rondón *et al.*, 1982; Montando, 1989). Es un

cultivo que se adapta bien a suelos marginales, a diferentes sistemas de producción y es resistente a plagas y enfermedades locales (FAO, 1989).

Debido a su rusticidad, generalmente, no se relacionan daños en el sistema radical, con la presencia de nematodos fitoparasíticos. Sin embargo, recientemente, se les presta mayor atención ya que se ha comprobado que, sobre todo los nematodos agalladores del género *Meloidogyne*, afectan negativamente al crecimiento y rendimiento de las plantas (Gapasín, 1980; McSorley *et al.*, 1983; McSorley y Parrado, 1985; Bridge *et al.*, 1991; Crozzoli e Hidalgo, 1992; Medina *et al.*, 1992; Talwana *et al.*, 1997). Jatala (1987) señala a *M. incognita* y a *M. javanica* como las especies de nematodos que, mundialmente, más reducen la producción del cultivo.

En Venezuela, la información nematológica relacionada con el cultivo de la yuca es escasa. Sin embargo, se señalan daños atribuidos a *M. incognita* y relacionados con una reducida cantidad de las raíces reservantes en plantaciones del estado Aragua, ubicadas en áreas normalmente dedicadas al cultivo de hortalizas (Suárez citada por Stone *et al.*, 1980 y Crozzoli e Hidalgo, 1992). Se pudo comprobar que en huertos con problemas, el agricultor había adoptado la práctica del monocultivo por más de tres años seguidos.

Dependiendo de las densidades iniciales de los nematodos, el crecimiento y/o rendimiento de las plantas es más o menos afectado; en el cultivo de la yuca, son pocas las investigaciones realizadas al respecto (Gapasín, 1980; Caveness, 1982). Debido a esto, se realizó el presente trabajo con el objeto de investigar la interacción entre algunos parámetros agronómicos y diferentes densidades iniciales de *M. incognita*.

Materiales y métodos

Se estudió la respuesta del cultivar de yuca Tempranita al parasitismo de una población de

M. incognita (Kofoid *et White*) Chitw. raza 2, identificada según su morfología y huéspedes diferenciales (Taylor y Sasser, 1978), proveniente de yuca cultivada en el municipio Mariño (estado Aragua). El ensayo se realizó en un umbráculo en Maracay.

Estacas, de 5 cm de longitud y dos yemas, se plantaron en 3 l de suelo arenoso (91,6% arena, 5% limo, 3,4% arcilla y 0,23% materia orgánica), tratado por solarización y contenido en bolsas de polietileno negro. La población del nematodo se multiplicó en pepino (*Cucumis sativus* L.), bajo condiciones de umbráculo. Las raíces destinadas a la inoculación se lavaron, pesaron, cortaron en pequeños trozos (0,5 cm), y se maceraron en licuadora por 2 min. La suspensión resultante se pasó por los tamices N° 60 (250 μ m) para eliminar los residuos vegetales grandes; posteriormente se recogieron juveniles de segundo estadio (J2) y huevos (hv) en un tamiz N° 500 (28 μ m) para su cuantificación (s'Jacob y van Bezooijen, 1971). Los niveles de inóculo fueron: 0; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; y 32, 64, 128, 256 y 512 J2 y hv del nematodo/cm³ de suelo. La inoculación se realizó poco después de colocar la estaca, para lo cual se abrieron cuatro pequeños orificios en el suelo alrededor de la misma, hasta una profundidad de 1,5 cm. Por cada nivel se inocularon cinco plantas, para un total de 70 plantas (una planta/bolsa) las cuales se distribuyeron en umbráculo, sobre mesones, en forma completamente aleatorizada. Las plantas se regaron periódicamente y se realizaron aplicaciones quincenales del fertilizante Nitrofoska al suelo (3 g/l de agua).

Ciento veinte días después, se determinó el peso aéreo fresco, seco y el peso radical fresco de cada planta. Se determinó también la población del nematodo, tanto en el suelo (J2) como en las raíces de las plantas (J2+ hv); para ello, los nematodos se extrajeron de 100 cm³ de suelo provenientes de las bolsas individuales, el cual fue procesado con el aparato de Oostenbrink (s'Jacob y van Bezooijen, 1971)

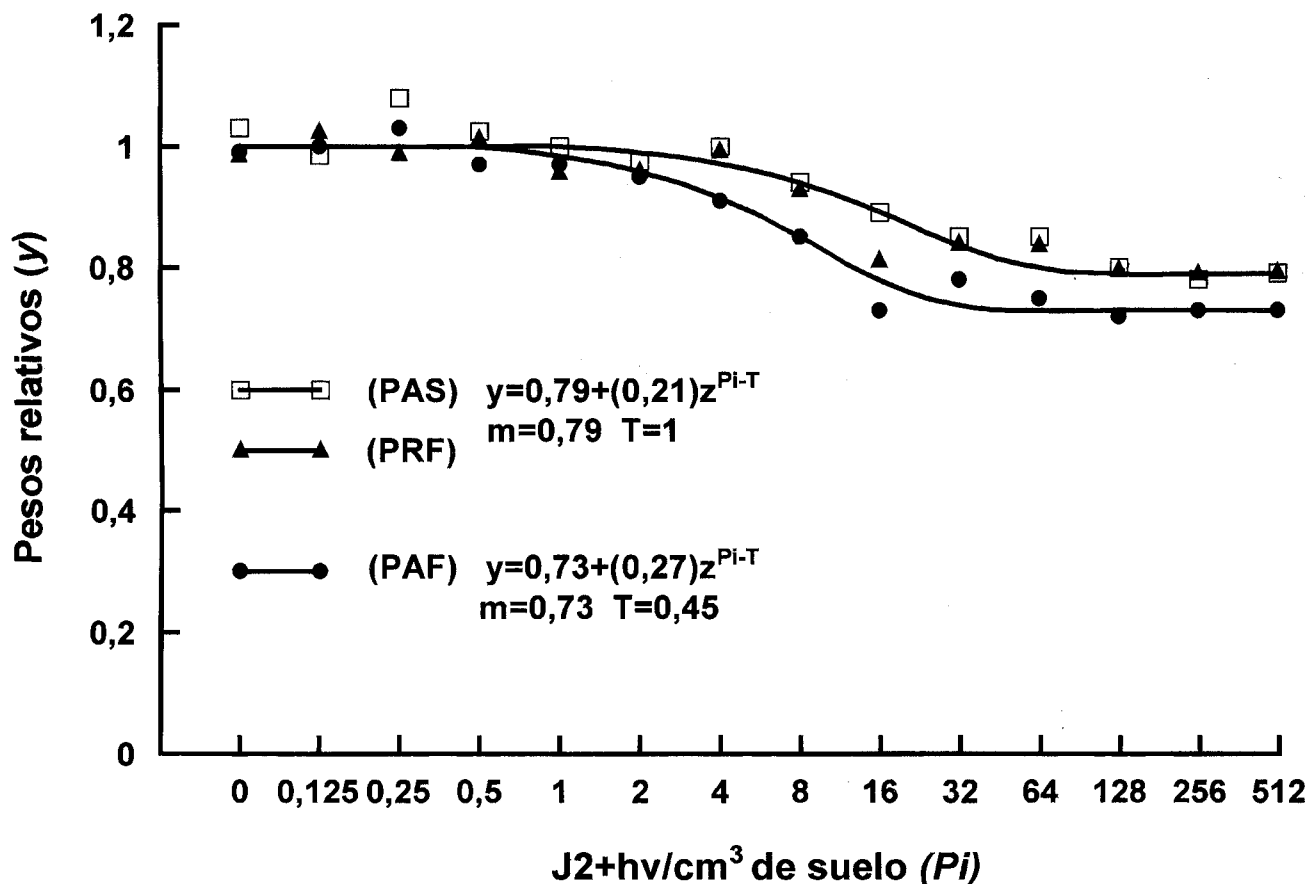


Fig. 1 - Relación entre la población inicial (P_i) de *Meloidogyne incognita* raza 2 y el peso aéreo seco relativo (PAS), peso aéreo fresco relativo (PAF) y peso radical fresco relativo (PRF) de las plantas de yuca cv. Tempranita.

modificado por Crozzoli y Rivas (1987). La extracción de los nematodos en las raíces se realizó de la misma forma descrita para la preparación del inóculo, con la diferencia de que se maceró el total de las raíces de cada planta. Luego se determinó la tasa de reproducción del nematodo (Población final/Población inicial = P_f/P_i).

Los datos de peso aéreo seco, peso aéreo fresco y peso radical fresco y las poblaciones iniciales fueron introducidos en la fórmula de Seinhorst (1965, 1986b)

$$y = m + (1 - m)z^{P_i - T} \quad (1)$$

donde y es la producción relativa ($y=1$ por $P \leq T$); m es la producción mínima relativa y corresponde al valor de y cuando las poblaciones del nematodo son muy elevadas; P es la población de nematodos a la siembra expresada en h_v o J_2/cm^3 de suelo; T es el límite de tolerancia o población máxima que soporta una planta sin reducir su rendimiento (a poblaciones mayores la producción comienza a disminuir); z es una constante menor a 1, generalmente z^{-T} es medianamente igual a 1,05.

Para comparar la variación poblacional del nematodo, los valores de las poblaciones que se inocularon a la siembra (P_i) y los correspon-

dientes que se determinaron al final del ensayo (P_f) fueron introducidos en la ecuación de Seinhorst (1970, 1986a)

$$P_f = a x y (1 - q^{P_i}) / e^{\log q} + (1 - x) P_i + s x (1 - y) P_i \quad (2)$$

donde a es la tasa de reproducción máxima; x es la proporción de nematodos que pueden afectar a las plantas (estadio infectivo y huevos que pueden eclosionar y es, como máximo igual a 1); y es la cantidad relativa de alimento disponible para los nematodos al nivel pobla-

cional P_i (generalmente es igual a y de la primera ecuación); s es la proporción de J_2 y huevos que no son afectados por las plantas y que se comportan como en ausencia de planta huésped; $a x y (1 - q^{P_i}) / e^{\log q}$ representa la cantidad de nematodos provenientes de verdadera reproducción, mientras que la cantidad $(1 - x) P_i + s x (1 - y) P_i$ es una proporción de los nematodos inoculados a la siembra (P_i) pero que no han sido afectados por el huésped y que pueden permanecer en el suelo hasta al final del ciclo.

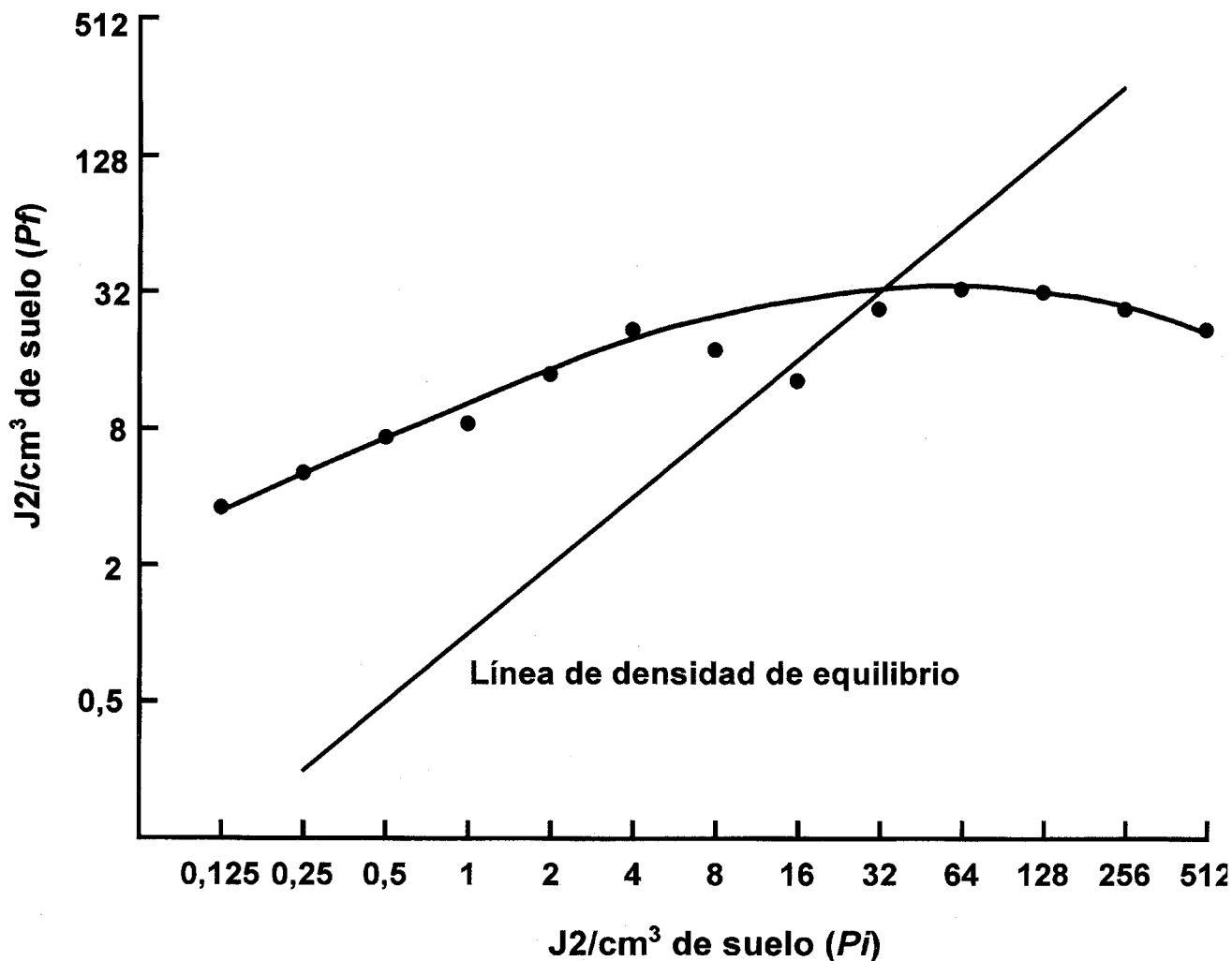


Fig. 2 - Relación entre las poblaciones iniciales de *M. incognita* raza 2 en el suelo a la siembra (P_i) y a la cosecha (P_f), en yuca cv. Tempranita.

Resultados y discusión

El efecto detrimental causado por *M. incognita* raza 2 en yuca "Tempranita" no fue muy evidente, sin embargo, visualmente, se apreciaron reducciones de crecimiento en aquellas plantas inoculadas con las mayores densidades poblacionales del nematodo. Asimismo en las raíces se observaron agallas, generalmente agrietadas, inducidas por la acción de *M. incognita*.

La interpolación de los datos con la ecuación (1) de Seinhorst (1965, 1986b) demuestra claramente que son bien representados por dicha ecuación, la cual permite determinar el límite de tolerancia (T) al nematodo, la pérdida máxima de rendimiento relativo (m), la relación entre niveles poblacionales de los nematodos en el suelo a la siembra y los parámetros agronómicos considerados, de manera adecuada. "Tempranita" es poco susceptible a la población de *M. incognita* evaluada. Ninguna reducción en el peso aéreo seco y radical fresco ocurrió hasta un nivel poblacional de $1 \text{ J}_2 + \text{hv}/\text{cm}^3$ de suelo. Las poblaciones finales del nematodo se incrementaron a medida que aumentó la población inicial. La mayor tasa de reproducción de *M. incognita* fue alcanzada en las plantas inoculadas con el menor nivel de inóculo ($0,125 \text{ J}_2 + \text{hv}/\text{cm}^3$ de suelo), mientras que la menor fue alcanzada con los mayores niveles de inóculo. Es importante señalar, sin embargo, que el método utilizado para la extracción de los nematodos en el suelo no ha permitido recuperar los huevos y, por lo tanto, en realidad las poblaciones finales de los nematodos son mayores a las reportadas.

Los resultados de este ensayo han permitido demostrar que los parámetros agronómicos medidos, en el cultivar de yuca "Tempranita", no son muy afectados por la acción del nematodo y las mayores reducciones ocurren con poblaciones muy elevadas de *M. incognita*. Debido a que el tipo de suelo y clima pueden afectar la biología de los nematodos agalladores y conse-

cuentemente, su reproducción y el daño que pueden ocasionar y, aunado a que muchas veces en la parte aérea de las plantas de yuca no se observan anomalías a pesar de estar fuertemente atacadas por el nematodo (Crozzoli e Hidalgo, 1992; Suárez, citada por Stone *et al.*, 1980), es conveniente realizar estudios similares en microparcels y bajo condiciones de campo, en distintas áreas del país donde se cultiva este rubro. De esta forma se pueden predecir las posibles reducciones de la parte comercial.

Obras citadas

- BRIDGE J., OTIM-NAPE W. y NAMAGANDA J., 1991. The root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, causing damage to cassava in Uganda. *Afro-Asian J. Nematol.*, 1: 116-117.
- CAVENESS F. E., 1982. Root-knot nematodes as parasites of cassava. *IITA Research Briefs*, 3(2): 2-3.
- CROZZOLI R. e HIDALGO O., 1992. Respuesta de diez cultivares de yuca al nematodo *Meloidogyne incognita*. *Fitopatol. Venez.*, 5: 20-22.
- CROZZOLI R. y RIVAS D., 1987. Uso de toallas faciales de producción nacional como alternativas al filtro de algodón en la limpieza de muestras nematológicas. *Fitopatol. Venez.*, 1: 32-33.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO)., 1989. *Production Yearbook for 1988. FAO of United Nations, Rome, Italy*, 42: 134-136.
- GAPASIN R. M., 1980. Reaction of Golden Yellow cassava to *Meloidogyne* spp. inoculation. *Annals of Tropical Research*, 2: 49-53.
- S'JACOB J. J. y VAN BEZOOIJEN J., 1971. *A manual for practical work in nematology*. Wageningen Agricultural University. Pp. 11-15.
- JATALA P., 1987. Nematodes in tuber and root crops and their management. Proceedings of 11th International Congress of Plant Protection, Manila. Pp. 5-9.
- McSORLEY R., O'HAIR S.K. y PARRADO J. L., 1983. Nematodes on cassava, *Manihot esculenta* Grantz. *Nematropica*, 13: 261-281.
- McSORLEY R. y PARRADO J. L., 1985. Relative performance of two cassava cultivars in a field infested with *Meloidogyne incognita*. *Proceedings of Soil and Crop Science Society of Florida*, 44: 180-183.
- MEDINA F., CROZZOLI R. y RIVAS D., 1992. Control del nematodo *Meloidogyne incognita* en yuca con diferentes biocidas. *Fitopatol. Venez.*, 5: 26-29.
- MONTALDO A., 1989. Los cultivos de raíces y tubérculos. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay) Alcance*, 38: 231-251.

- RONDON A., APONTE A. y GUEVARA Y., 1982. Enfermedades de importancia económica de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Venezuela. Seminario Nacional de Yuca. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay) Alcance*, 31: 131-132.
- SEINHORST J. W., 1965. The relation between nematode density and damage to plants. *Nematologica*, 11: 137-154.
- SEINHORST J. W., 1970. Dynamics of populations of plant parasitic nematodes. *Annual Review Phytopathol.*, 8: 131-156.
- SEINHORST J. W., 1986a. The development of individuals and populations of cyst nematodes on plants. Pp. 101-117. In: *Cyst Nematodes* (Lamberti F. y Taylor C. E eds). Plenum Press, New York and London.
- SEINHORST J. W., 1986b. Effect of nematode attack on the growth and yield of crop plants. Pp. 191-209. In: *Cyst Nematodes* (Lamberti F. y Taylor C.E eds). Plenum Press, New York and London.
- STONE A., MEREDITH J. y MONTALDO A., 1980. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos de yuca en Venezuela. Seminario Nacional de Yuca. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay) Alcance*, 31: 241-246.
- TALWANA L. A. H., SPEIJER P. R., ADIPALA E. y MASLEN N. R., 1997. Early screening of cassava for resistance to root-knot nematodes. *Nematropica*, 27: 19-25.
- TAYLOR A. L. y SASSER J. N., 1978. *Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (Meloidogyne species)*. North Carolina University Graphics, Raleigh, U.S.A., 111 pp.