

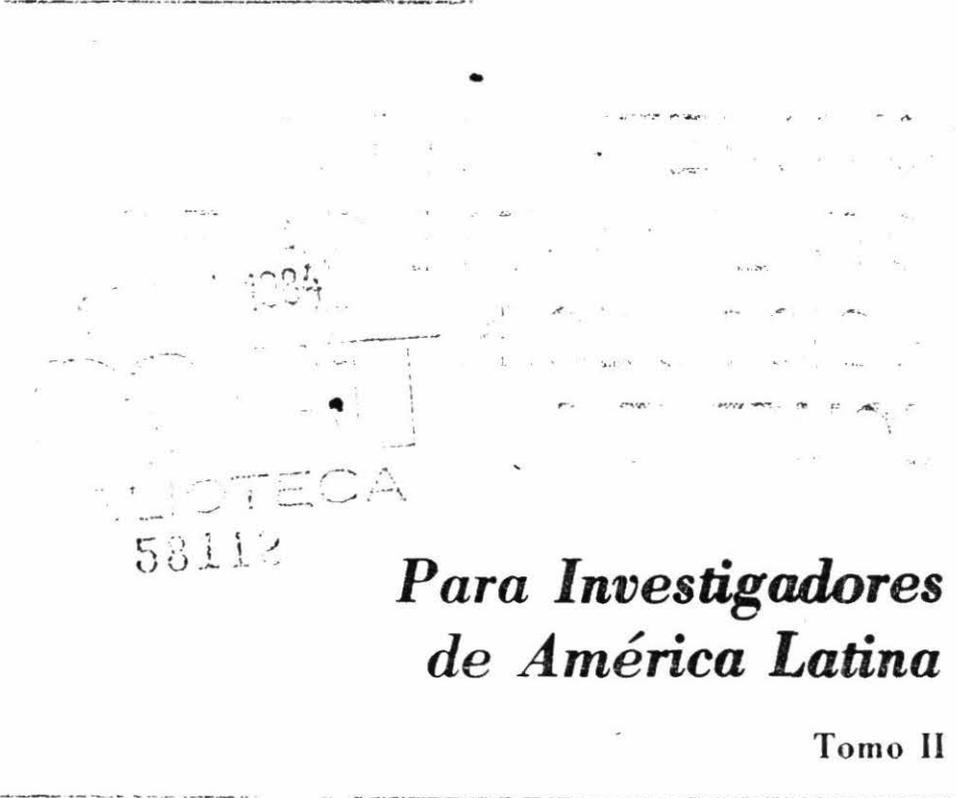
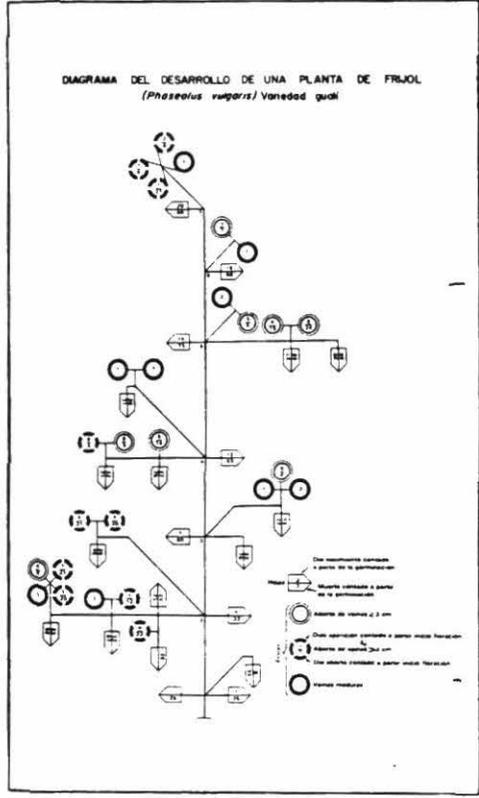
8259

CIAT
H7
1977
BU
C8
1/3

Centro Internacional de Agricultura Tropical



Edición preliminar



SERVICIOS REFERENCIALES Y BIBLIOGRAFICOS

largo 23 al 28 de Abril/77



Importancia de la Asociación de Cultivos

En un simposio de la Asociación Americana de Agronomía (A.S.A.) en el año de 1975 en Knoxville, Tennessee (EUA), se presentaron varias revisiones de literatura y de experiencias sobre la importancia de este sistema en varias regiones del mundo (A.S.A., 1976). Un resumen de la situación a nivel mundial fué presentado por Andrews y Kassam (1976), y hay presentaciones mas específicas sobre el Africa (Okigbo y Greenland, 1976), el Asia (Harwood y Price, 1976), y Latinoamérica (Pinchinat, et al., 1976). Además, en la lista de referencias hay varios otros resúmenes de la situación actual y algunas bibliografías útiles.

Para enfocar hacia algunos ejemplos específicos, se estima que el 98% de la producción del caupí, la leguminosa mas importante en Africa, se encuentra asociado con otros cultivos alimenticios (Arnon, 1972). En la encuesta de Norman (1974) en la zona norte de Nigeria, alrededor del 83% del terreno cultivable se dedica a cultivos múltiples. En Colombia, un 90% del cultivo de frijol se encuentra en asociación con el maíz, papa y otros cultivos, mientras que en Guatemala un 73% de la producción de frijol se encuentra en asociación, principalmente con maíz (Gutiérrez et al., 1975). En Brasil, 80% del frijol se encuentra sembrado con

otros cultivos, principalmente maíz (IICA, 1969). Se estima que un 60% del maíz en el trópico latinoamericano, así como un 70-80% del frijol se encuentra asociado con otros cultivos (Francis et al., 1976).

El futuro inmediato es claro - estos sistemas actuales de minifundio van a seguir en nuestro sector rural. La producción total de este tipo de sistema va a continuar jugando un papel importante en la nutrición del pueblo. Es más difícil predecir a lo largo, si estos sistemas van a tener la misma importancia - cambios tecnológicos, económicos y sociales van a dictar en cierta manera, cuáles son las distribuciones de terreno y recursos en la región. Pero es cierto que la importancia de este tipo de agricultura nos obliga a poner algún énfasis adicional al desarrollo de una tecnología apropiada para aumentar la producción de estos sistemas de asociación de cultivos.

La investigación agrícola ha tenido un enfoque casi completo hacia los monocultivos, bajo condiciones óptimas para realizar buenos rendimientos en zonas favorecidas. Los principales centros de interés en los sistemas de cultivos asociados incluyen:

IRRI (Los Baños, Filipinas) - programa de diversificación de cultivos en

el semestre cuando no se siembra arroz, rotaciones con otros cultivos.

CATIE (Turrialba, Costa Rica) - asociaciones de maíz, frijol, arroz, yuca y batata, con varios niveles de tecnología.

IITA (Ibadan, Nigeria) - estudios de suelos y la preservación de la fertilidad con altos niveles de lluvia.

ICRISAT (Hyderabad, India) - estudios del uso eficiente de humedad limitada, con cereales y leguminosas en asocio y en rotación.

CIAT (Cali, Colombia) - asociación de frijol con maíz; agronomía y mejoramiento de cultivos.

Además de estos centros, hay investigadores aislados trabajando en Taiwan, India, Nigeria, México, Colombia, Perú, Ecuador, El Salvador y otros países del trópico.

Principales Fundamentos de la Asociación de Cultivos

Entre los principios fundamentales de la asociación de cultivos, hay que incluir factores fisiológicos, agronómicos, genéticos, patológicos, entomológicos, económicos, nutricionales y culturales, entre los mas importantes. Se tratarán estos tópicos en varios seminarios del curso, pero se va a enfocar principalmente en los factores tecnológicos de la asociación.

Una lista parcial de las definiciones utilizadas para explicar estos sistemas complejos, se encuentra en el apéndice. No está completo, y todavía no existe un acuerdo integral entre los investigadores sobre esa terminología. Sin embargo, es un intento de estandarizar la comunicación (A.S.A., 1976).

Existe una escala de posibilidades agronómicas al asociar dos cultivos en el mismo año, en el mismo terreno. Desde un extremo de cultivos en serie (Fig. 1A), hasta un traslape parcial o relevo de cultivos (Fig. 1B), y el otro extremo de una siembra simultánea de los cultivos (Fig. 1C), existen varios niveles de competencia de los dos (o mas) cultivos en un sistema. Se puede imaginar la situación que existe en una finca tradicional, con una siembra continua de muchos cultivos en el mismo terreno (Fig. 2). Una diferencia entre las dos figuras es que la asociación sencilla con dos cultivos puede ser intensiva, con altas densidades de cada cultivo y una producción relativamente alta. En cambio, el sistema muy tradicional muchas veces tiene varios cultivos, pero sin organización y uso tan intensivo del terreno o de otros recursos disponibles.

Cuando se habla de competencia en cualquier asociación, hay que definir "la competencia para qué?". Normalmente no es una competencia para el espacio físico en sí, sino para los factores necesarios en el crecimiento - luz, agua, nutrimentos, CO₂, etc. Desde el punto de vista fisiológico, se debe pensar en cómo aprovechar o explotar al máximo los recursos disponibles durante el ciclo del año. Se puede visualizar una competencia positiva o una complementación

de los dos cultivos, físicamente (interacción de maíz/fríjol doble) o sobre el tiempo (ciclos diferentes como frijol y yuca) que permite esa explotación de recursos sin una competencia negativa que reduce mucho la producción de cada cultivo componente. La complementación de cultivos viene cuando las curvas de utilización de cualquier factor de crecimiento (luz, agua, nitrógeno, boro, etc.) no coinciden completamente. Si existe esa coincidencia en varias curvas de uso, cada cultivo sufre en su desarrollo y producción final (ver curvas de intercepción de luz en la Fig. 1).

Desde el punto de vista agronómico, la asociación del cultivo no presenta problemas especiales en zonas de minifundio. Cuando se trata de mecanizar una parte del manejo del cultivo, como la preparación de terreno, siembra o cosecha, se presentan problemas de los ciclos traslapados de cultivos y el daño a un cultivo mientras hace una operación al otro. El control de malezas a mano no es difícil, y hay menos malezas en cualquier sistema intensivo de altas densidades o varios cultivos. Cuando se trata de control químico, se necesita un producto o una mezcla de productos que no sea dañino a ningún cultivo componente del sistema. El control de plagas y enfermedades de cada componente no presenta mayor problema, debido a la baja fito-toxicidad de la mayoría de los productos utilizados para dicho control. Además, aparentemente hay menos problemas de insectos en ciertos sistemas de asociación, factor que reduce el costo de control al agricultor (Altieri et al., 1977).

Las ventajas de los sistemas de cultivos múltiples no deben confundirse con ventajas de la diversificación. Objetivos como nutrición familiar, menos riesgo con respecto a cambios de precios, y rotaciones de cultivos pueden satisfacerse con cultivos diversificados en varios lotes de la misma finca. Las

ventajas del sistema de cultivos asociados tiene que expresarse en términos de la interacción de los diversos factores climatológicos y de protección vegetal con la proximidad estrecha de dos o mas especies de cultivos, comparado con el monocultivo de cualquiera de los componentes. También existe la tradición de los agricultores de escasos recursos de sembrar estos sistemas complejos - y seguramente hay ventajas de los sistemas que no se han estudiado todavía, a nivel de investigación.

Investigación de Fríjol/Maíz en el CIAT

Se ha tomado ^{la} decisión en el CIAT de estudiar en forma detallada, un solo sistema: fríjol/maíz. Es el sistema mas importante en América Latina y representa la mayoría de la producción de fríjol y mucho del maíz. La concentración de esfuerzos en un solo sistema nos permite desarrollar mucha metodología y un conocimiento profundo en cuanto a cómo asociar los dos cultivos. Los principios pueden aplicarse entonces a una serie de otros sistemas, cuyos detalles pueden resolverse en otros centros de cada programa nacional de la zona.

La parte agronómica ha recibido mas atención hasta ahora, y se ha concentrado en tales factores como fechas relativas de siembra, densidades de los dos cultivos, orientación física o sistemas de siembra, número de surcos de cada cultivo, y tipo y altura de soportes de los volubles. Algunos de los resultados de estos estudios

son aplicables sobre gran rango de climas (por ej. densidad de siembra), mientras que otros son bien específicos para el micro-clima del CIAT (fechas de siembra).

En cuanto a variedades, se está estudiando la interacción genotipo por sistema, para decidir si es necesario hacer una selección aparte para los mejores frijoles o maíces para sembrar en cada sistema. Este trabajo está realizándose en frijol arbustivo, en frijol voluble y en el maíz.

Se ha evaluado el ataque de insectos en los sistemas de frijol/maíz, en comparación con monocultivo de cada uno. En general, hay menos incidencia de plagas y mas ocurrencia de predadores en la asociación de los dos. Hasta ahora, no se ha observado gran diferencia en las enfermedades entre los dos sistemas.

El estudio de la rentabilidad de varios sistemas se está realizando por intermedio de encuestas en varias zonas del país, unos ensayos de paquetes tecnológicos con agricultores, y una evaluación de resultados experimentales del CIAT. Muchos de estos resultados serán presentados en las conferencias que siguen.

Prioridades de Investigación en un Programa Nacional

Antes de fijar prioridades en cuanto a cultivos o sistemas, o sobre cuáles factores son los mas importantes para estudiar en determinada zona o región, es

completamente indispensable conocer bien los cultivos actuales y sus sistemas de producción en la zona. También, se debe conocer los potenciales del suelo y clima. Sin esta base de información, es difícil enfocar en cómo mejorar los sistemas actuales, y cuáles componentes son susceptibles a modificaciones o cambios. El segundo punto es conocer bien a fondo los principales factores limitantes en la producción de los cultivos. Sin alguna cuantificación de problemas es demasiado fácil enfocar inicialmente en problemas conocidos o de mas interés al investigador, o en los que sea mas fácil resolver. Muchas veces los resultados de este tipo de investigación no causan ningún impacto en la producción, porque realmente no están resolviendo los problemas principales y actuales del cultivo. Hay que escoger toda la información disponible sobre el cultivo ^{en} la zona de interés.

No se puede predeterminar cuáles son los problemas mas urgentes en una zona, especialmente en un centro internacional con amplias responsabilidades en una extensa región del trópico. Ni pueden obtener de este curso, ni de varios meses en el CIAT, una solución o receta para resolver problemas de su país. Lo mas importante es captar la idea de una metodología que permita evaluar la situación actual y llegar a sus propias conclusiones.

Una vez que se establecen prioridades, en cuanto a cuáles problemas son los mas limitantes, se puede diseñar un programa para resolver los problemas y poner en marcha las soluciones en los campos del agricultor. La asignación de sus recursos, ya sea en un departamento completo o el esfuerzo de un solo técnico, debe reflejar las prioridades de los problemas escogidos como importantes en el estudio inicial. Un programa de investigación no funciona en un vacío, sino debe tener un intercambio continuo y estrecho con agricultores en la zona. Así se puede

asegurar un enfoque práctico de la investigación y promover la adopción de prácticas o variedades nuevas cuando salen como recomendaciones del programa. Finalmente, es muy importante insistir en una evaluación de los resultados a nivel de la zona. Una medida de producción de cada cultivo o sistema antes y después del proyecto puede determinar qué tan efectivo ha sido todo este proceso de investigación. Una buena evaluación es la mejor seguridad que puede tener un técnico que realmente está marchando bien su programa, y así puede además asegurar el apoyo para seguir con recursos adecuados de su gobierno.

Tópicos en el Curso sobre Cultivos Asociados

En una serie de seminarios, se van a presentar en mas detalle los tópicos mas prioritarios sobre este tema, según los recursos humanos disponibles actualmente en el CIAT. Los resultados agronómicos de la asociación frijol/maíz, van a orientar hacia cómo investigar un par de cultivos en el campo. Mas importante que los resultados específicos de estos dos cultivos, son los métodos aprovechados para llegar a estas conclusiones. La agronomía y fisiología de asociaciones, se discutirá en términos del sistema frijol/yuca. El componente genético de los sistemas de cultivos asociados es poco conocido y se tratará el tópico con resultados

de estudios de sistema por genotipo en frijol y maíz. La descripción económica de varios sistemas se presentará en base de encuestas ya hechas en cuatro zonas de Colombia. Y finalmente, se concluye la serie de presentaciones con unas conclusiones agro-económicas sobre la asociación de cultivos y su comparación con monocultivos. Se suplementa la parte técnica con dos salidas principales al campo, una aquí dentro del CIAT para ver las parcelas de ensayos y otra a la zona de Restrepo, Valle, donde se están realizando trabajos a nivel de pequeños agricultores en colaboración con la Federación de Cafeteros.

Así les presentamos una introducción y unos resultados de la asociación de cultivos. Hay muchos sistemas específicos, pero tienen mucho en común en cuanto a competencia para recursos naturales y aplicados, y los criterios del agricultor para escoger lo mas apropiado en su propia finca.

12

REFERENCIAS

- Altieri, M.A., C.A. Francis, A.v. Schoonhoven y J. Doll. 1977. A review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) polycultural systems. Submitted to Field Crops Research (CIAT).
- Andrews, D.J., y A.H. Kassam. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. A.S.A. Special Publ. No. 27, pp. 1-10.
- A.S.A. 1976. Multiple cropping. Papendick, R.I., P.A. Sánchez y G.B. Triplett, eds. A.S.A. Special Publ. No. 27, -378 p.
- Arnon, I. 1972. 'Crop production in dry regions. London, Leonard Hill, vol. 2.
- AMA (Agr. Mechanization in Asia). 1973. Multiple Cropping and Mechanization. Vol. IV, No. 1, Spring, 1973 (Volumen entero sobre este tópico).
- Dalrymple, D.F. 1971. Survey of multiple cropping in less developed nations. USDA, FEDR-12, Washington, D.C. 108 pp.
- Enyi, B.A.C. 1973. Effects of intercropping maize or sorghum with cowpeas, pigeon peas or beans. Expl. Agric. 9:83-90.
- Francis, C.A., C.A. Flor y M. Prager. 1976. Contrastes agroeconómicos entre el monocultivo y la asociación maíz-fríjol. VII Reunión Maiceros, Zona Andina, Guayaquil, Ecuador, 18-22 Octubre.
- Francis, C.A., C.A. Flor y M. Prager. 1976. Potenciales de la asociación frijol-maíz en el trópico. Fitotecnia Latinoamericana (en imprenta).
- Francis, C.A., C.A. Flor y S.R. Temple. 1976. Selección de variedades para sistemas de cultivo intercalado en los trópicos (mimeo español). A.S.A. Special Publ. No. 27, pp. 235-253.
- Gutiérrez, U., M. Infante, y A. Pinchinat. 1975. Situación del cultivo de frijol en América Latina. CIAT, Cali, Colombia, Boletín-Informe.
- Hart, R.D. 1975. A bean, corn and manioc polyculture cropping system. I. The effect of interspecific competition on crop yield. Turrialba 25 (3):294-301. II. A comparison between the yield and economic return for monoculture and polyculture cropping systems. Turrialba 25 (4):377-384.
- Higueta, F. 1971. Siembras múltiples e intercaladas. ICA (Colombia). Boletín de Divulgación. No. 42.
- Harwood, R.R. y E.C. Price. 1976. Multiple cropping in tropical Asia. A.S.A. Special Publ. No. 27, pp. 11-40.
- IICA. 1974. Sistemas de Agricultura Tropical, Bibliografía. No. 27, CIDIA, IICA, Turrialba, Costa Rica. 145 p.
- IICA. 1969. Reunión técnica sobre programación de investigación y extensión en frijol y otras leguminosas de grano para América Central. IICA, Turrialba, Costa Rica. IICA Publ. ZN:112-65, ZV.

TERMINOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE CULTIVOS ASOCIADOS

Durante la conferencia sobre cultivos asociados celebrada en Knoxville, se acordó una serie de términos para describir los varios sistemas de cultivos asociados. Con ello se busca normalizar el uso de esos términos para evitar problemas de comunicación entre los investigadores. Cada término aparece acompañado por su equivalente en inglés.

1. CULTIVOS MÚLTIPLES (Multiple Cropping): Siembra de más de un cultivo en el mismo terreno, durante el mismo año. Dentro de este concepto, hay una serie de alternativas en espacio y tiempo:
 - 1.1. Cultivos Intercalados (Intercropping): Siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, en surcos independientes, pero vecinos.
 - 1.2. Cultivos Mixtos (Mixed Cropping): Siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, sin organización en surcos distintos.
 - 1.3. Cultivos en Fajas (Strip Cropping): Siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, pero en fajas amplias. Esto permite un manejo independiente de cada cultivo.
 - 1.4. Cultivos Dobles (Double Cropping): Siembra de dos o más cultivos en secuencia, sembrando o trasplantando el segundo cultivo después de la cosecha del primer cultivo (mismo concepto para Cultivos Triples, etc.).
 - 1.5. Cultivos de Relevo (Relay Cropping): Siembra de dos (o más) cultivos en secuencia, sembrando o trasplantando el segundo antes de la cosecha pero después de la floración del primero. Si la floración del primer cultivo se traslapa con la presencia del segundo cultivo, el sistema queda dentro de las categorías de cultivos intercalados o cultivos mixtos.
 - 1.6. Cultivos de Soca (Ratoon Cropping): el cultivo de la soca después de la cosecha, no solo ni necesariamente para cosechar el grano.
2. MONOCULTIVO (Monoculture): Siembra de una variedad de un cultivo con su densidad normal (sinónimo con siembra uniforme - solid planting or sole crop).
3. Patrón de Cultivos (Cropping Pattern): La secuencia anual y la colocación física de los cultivos, o de los cultivos y el barbecho en determinado campo.
4. Sistema de Cultivos (Cropping System): Los patrones de cultivos utilizados en una finca y sus interacciones con recursos u otras actividades en la finca, así como la tecnología disponible que determina su composición.
5. Índice de Cultivos (Cropping Index): el número de cultivos sembrados anualmente en determinado terreno x 100 (aplicable a los varios tipos de cultivos múltiples).

- 14
- IRRI. 1974. Multiple Cropping Training Course (IRRI, P.O. Box 933, Filipinas). Vol. I. Organization; Principles of Cropping Systems, Vol. II. Soil Management. Vol. III. Pest Management. Vol. IV. Crop Technology. Vol. V. Statistics, Economics, Extension. (En Inglés - disponible a Bibliotecas).
- Jolly, A.J. 1958. Mixed farming in the tropics. Turrialba 8(2):52-54. -
- Lépiz, R. 1971. Asociación de cultivos maíz-fríjol. Agr. Tec. en México, 3(3): 98-101.
- Lépiz, R. 1974. Asociación de cultivos maíz-fríjol. INIA, SAG, Mexico, Folleto Técnico No. 58.
- Norman, D.W. 1974. Rationalizing mixed cropping under indigenous conditions: the example of Northern Nigeria, J. Devel. Studies 10:3-21.
- Okigbo, B.N. y D.J. Greenland. 1976. Intercropping systems in tropical Africa. ASA Special Publ. No. 27, pp. 63-101.
- Pinchinat, A.M., J. Soria, y R. Bazan. 1976. Multiple cropping in tropical America. A.S.A. Special Publ. No. 27, pp. 51-61.
- Rappaport, R.A. 1971. The flow of energy in an agricultural society. Sci. Amer. 225:117-132.
- del Valle, Ricardo. 1975. Efecto de la fertilización con NPK en el sistema maíz-fríjol asociado, bajo las condiciones del Valle de Monzas. Univ. San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía, Tesis (Enero, 1975).
- Willey, R.W. and D.S.O. Osiru. 1972. Studies on mixtures of maize and beans (Phaseolus vulgaris) with particular reference to plant populations. J. Agr. Sci. 79:517-529.

TERMINOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE CULTIVOS ASOCIADOS (Cont.)

6. Relación Equivalente de Terreno (Land Equivalent Ratio): La relación entre el área que se necesita sembrar con monocultivo y el área (1 ha.) de cultivos múltiples, para dar igual cantidad de producto bajo el mismo nivel de manejo. Por ejemplo: para el cultivo intercalado de maíz y frijol se tendría:

$$RET (=LER) = \frac{\text{Rendimiento de maíz en asociación}}{\text{Rendimiento de maíz en monocultivo}} + \frac{\text{Rendimiento de frijol en asociación}}{\text{Rendimiento de frijol en monocultivo}}$$

Cultivos Intensivos (Maximum Cropping): La mas alta producción por unidad de superficie por unidad de tiempo, sin tomar en cuenta el costo ni el ingreso neto.