

FORMACION DE MAZORCAS EN DIFERENTES NUDOS DEL EJE DE MAIZ ICA V-510.

Héctor Laverde-Peña*
Ramiro de la Cruz**
Emiro Rojas**

RESUMEN

Con el objeto de estudiar la capacidad biológica de producción de mazorca en diferentes nudos de la planta de maíz ICA -V-510 y determinar la mejora en producción de granos, cuando se efectúa polinización manual, se realizó un ensayo en el Centro Experimental de Tibaitatá en el año de 1979.

Para tal efecto se efectuaron decapitaciones a partir del entrenudo uno hasta el décimo y las mazorcas que fueron apareciendo en los diferentes nudos por efecto del tratamiento se polinizaban manualmente.

Los resultados obtenidos indican que existe capacidad biológica para el crecimiento y desarrollo de mazorcas en nudos donde usualmente no se presentan y que su tamaño y grado de acumulación de materia seca difieren en alta proporción de las normales.

SUMMARY

The biological capacity to produce ears in different nodes on corn plants of the variety ICA V-510 and the improvement in grain production with hand polinization was studied at the Tibaitatá, Agricultural Experimental Station. Decapitation internode were done from the first to the tenth node and the ears that come out on the nodes were pollinated by hand. The results showed a biological capacity of the plants to grow ears on nodes where normally they do not grow. Size and accumulation of dry matter are very different from normal ears.

INTRODUCCION

El rendimiento de maíz está asociado al número y tamaño de mazorcas por planta. Generalmente, una o más de las mazorcas que la planta de maíz desarrolla llegan a ser normales (funcionales) y el resto fenecen durante el crecimiento y desarrollo de la planta. Tales aspectos son función de la variedad o del híbrido, condiciones del cultivo y características ambientales.

* Profesor Asistente, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

** Programa Fisiología Vegetal, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Una terminología denomina los sitios de producción de asimilados como fuente o superficie asimilatoria y los sitios donde éstos son concentrados como receptáculo o vertedero de fotoasimilados. Al aumentar los receptáculos o permitir que éstos sean de mayor tamaño se incrementan las formas de almacenar productos elaborados por la fotosíntesis.

En el caso del maíz, investigaciones dirigidas a la importancia de fuentes y receptáculos presentan el tamaño del grano (receptáculo) como limitante del rendimiento. También, se dice que las bajas producciones de maíz en las zonas tropicales son debidas a que éste no aprovecha totalmente los órganos fotosintetizadores (hojas) que dispone, por carecer de suficientes receptáculos (mazorcas).

Para estudiar el crecimiento y desarrollo de mazorcas en diferentes nudos en plantas de maíz ICA V-510 se plantearon los siguientes objetivos:

1. Conocer la capacidad biológica del maíz ICA V-510 de producir mazorcas en diferentes nudos de su eje.
2. Estudiar la mejora en producción de granos en mazorcas no funcionales cuando se efectúa polinización manual.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalmente, la planta de maíz tiene yemas axilares que se diferencian desde la base hacia el ápice del tallo y se transforman en mazorcas en sentido contrario. No se conocen los motivos por los cuales las yemas axilares, usualmente, detienen su crecimiento en el octavo y séptimo nudo hacia la base de la planta (Aldrich, 1974).

Las florecillas de maíz son espigas estaminadas o pistiladas. Las primeras están apareadas en un raquis formando un racimo las que a su vez constituyen una panícula, órgano masculino, que se encuentra en el ápice del tallo. El segundo grupo, de flores pistiladas, se encuentran formando hileras en un eje engrosado o tusa, que nace en las axilas de las hojas y está envuelta por numerosas brácteas foliares (capacho), los largos estilos, que hacen parte de los órganos femeninos de la flor, sobresalen en el extremo; todo el conjunto recibe el nombre de mazorca.

Los fisiólogos vegetales denominan los sitios de producción de asimilados como fuente de energía; los sitios de almacenamiento como receptáculos los caminos de conducción de fotoasimilados, botánicamente, son identificados como floema (Neales, 1968).

Cuando a una planta de maíz se le remueven sus mazorcas funcionales se estimula el crecimiento de mazorcas no funcionales. Este fenómeno se interpreta como un efecto de la mazorca funcional superior sobre el desarrollo de las más inferiores no funcionales (Harris, Moll 1976).

Las principales diferencias entre la primera mazorca funcional y la tercera no funcional del híbrido (L 317 x R4) son: que las no funcionales tienen más bajas concentraciones de agua, proteínas, sucrosa y bajo peso fresco y seco. Al remover las mazorcas funcionales se aumenta el contenido de minerales, proteínas, peso fresco y seco de las mazorcas no funcionales que se han transformado en funcionales (Early, 1974).

El polen del maíz no siempre es producido cuando la planta lo necesita. De acuerdo con las condiciones ambientales, puede decrecer la viabilidad del polen y no presentarse la



fertilización. Se afirma que temperatura alta y desecación extrema, acompañadas de ráfagas de viento, pueden matar los granos de polen después de su dispersión, interfiriendo, de esta manera, la polinización (Aldrich, 1974).

El polen se puede coleccionar por el método de Ray Sarkar, que consiste en colocar bolsas de papel sobre las espigas de maíz en las horas de la tarde, seleccionando aquellas espigas donde la dehiscencia ha comenzado. En la mañana siguiente se remueven las bolsas que contienen el polen recogido. Otro método es el de Paton, que se basa en tomar las partes superiores de las plantas, colocando sus bases en un recipiente con agua e inclinando las espigas sobre un papel para recolectar el polen. También, se pueden tomar las panojas en el momento en que las anteras comienzan a abrirse sacudiendo sobre un papel (Goss, 1968).

El proceso de fertilización puede crear un estímulo hormonal que establece un gradiente metabólico entre los óvulos y los órganos vegetativos (Crane, 1964). Aunque es conocido que las auxinas y el ácido giberélico son agentes catalíticos, en este aspecto no hay evidencias concluyentes, demostrando que las hormonas juegan un papel muy importante en la distribución de asimilados durante el periodo de floración del maíz (Michel, 1972).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Centro Experimental de Tibaitatá del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ubicado en Mosquera, Cundinamarca a una altitud de 2.547 metros sobre el nivel del mar y precipitación pluvial promedio de 657 milímetros y temperatura promedio anual de 13.2 grados centígrados.

En este experimento se utilizó la variedad de maíz ICA V-510. La siembra se realizó en febrero de 1979. El diseño empleado fué el de bloques al azar con tres repeticiones y unidades experimentales de tres surcos, cada uno con 15 plantas, distanciadas a 30 centímetros entre sí y a 90 centímetros entre surcos.

En el primer ensayo los tratamientos consistieron en once decapitaciones comenzando desde el primer entrenudo, segundo entrenudo y así sucesivamente hasta llegar al décimoprimer entrenudo. Para este grupo de tratamientos, se programó polinizar artificialmente las mazorcas que fueran apareciendo.

En un segundo ensayo, el grupo de tratamientos la cantidad y forma de efectuar las decapitaciones fueron similares al primero, pero con la diferencia que se dejaban sus mazorcas a libre polinización. Como testigo absoluto se dejaron plantas normales, es decir, sin decapitar.

Con el fin de obtener polen en diferentes épocas se hicieron cinco siembras de maíz cacahuaxintle a intervalos de quince días; dos siembras de maíz ICA V-510 separadas 15 y 30 días con respecto a la época de siembra del experimento, para mejorar la disponibilidad de polen de esta variedad.

Tan pronto se observaba la emergencia de los estilos se comenzaba a llevar polen de maíz cacahuaxintle o de la misma variedad ICA V-510. El polen se recolectaba en talegos sacudiendo las espigas y posteriormente con estos talegos se cubrían los estilos. Además, se cortaron partes de la espiga y se colocaban cerca de los estilos o sobre éstos, con el fin de que las anteras sufrieran su propia dehiscencia natural o, en algunos casos, se llevaban espigas completas y se sacudían sobre los estilos emergidos naturalmente o mediante corte de capacho.

Durante la cosecha se tomó la siguiente información: peso seco de raíces, tallos, hojas y mazorcas (pedúnculos, tusas, granos y capachos); longitud de pedúnculos, tusas, número de hileras y de granos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Con las decapitaciones a nivel de los diferentes entrenudos se permitió el crecimiento y desarrollo de mazorcas funcionales y no funcionales de acuerdo con el sitio donde se realizó el corte. La respuesta en cantidad de mazorca por planta fue heterogénea; una ó dos ó tres mazorcas por tratamiento.

A causa de la decapitación a nivel del tercer entrenudo, algunas plantas originaron estructuras reproductivas y otras estructuras vegetativas. A partir del cuarto hasta el décimo entrenudo las plantas respondieron en forma variable al desarrollo de mazorcas.

La prueba de homogeneidad de varianzas para los errores experimentales de los ensayos polinización natural versus polinización artificial resultó significativa ($\alpha = 0.5$). En consecuencia los análisis estadísticos se hicieron por separado.

DISTRIBUCION DE MATERIA SECA EN PLANTAS POLINIZADAS ARTIFICIALMENTE

Los tratamientos de decapitación a nivel de diferentes entrenudos, dejados a libre polinización, sus estructuras siguen las mismas tendencias observadas en los tratamientos de decapitación y polinización artificial. En ambas situaciones, la acumulación de materia seca en las raíces presenta una disminución en los tratamientos intensos, decapitaciones a nivel del tercero, cuarto y quinto entrenudo.

Comportamiento idéntico se presentó en el tallo.

El peso seco de las hojas presenta la tendencia a aumentar desde los nudos inferiores hasta el noveno, aproximadamente, para luego comenzar a disminuir (Figura 1).

Los modelos estadísticos nos indican que la materia seca de las tusas, granos, capachos (Figuras 2, 3 y 4), respectivamente, presentan la tendencia a aumentar progresivamente desde los nudos inferiores a los superiores.

Los pedúnculos son una excepción y, en este caso, se presenta un comportamiento inverso. En algunos tratamientos con polinización natural el peso del grano fue ligeramente inferior, pues por factores no conocidos muchos cabellos (estigmas) quedaron sin fertilizar. Se debe mencionar que muchas mazorcas que no se polinizaron sufrieron pudriciones.

LONGITUDES DE PEDUNCULOS - TUSAS - NUMERO DE GRANOS Y DE HILERAS DE LAS MAZORCAS POLINIZADAS ARTIFICIALMENTE

En los tratamientos de polinización manual la longitud de los pedúnculos (Figura 5) siguen la tendencia de disminuir acropétalmente y así, los correspondientes a nudos inferiores son largos y con facilidad de abscisión (Figura 6). El fenómeno es idéntico tanto en las plantas polinizadas artificialmente como en las plantas con polinización natural.

El modelo estadístico para tamaño de las tusas presenta un comportamiento igual al de la materia seca, aumento desde los niveles inferiores a los superiores. El coeficiente de determinación de 88%, explica el grado de esta tendencia (Figura 7). Se destaca que muchas tusas alcanzan buen tamaño, pero formaron pocos granos.

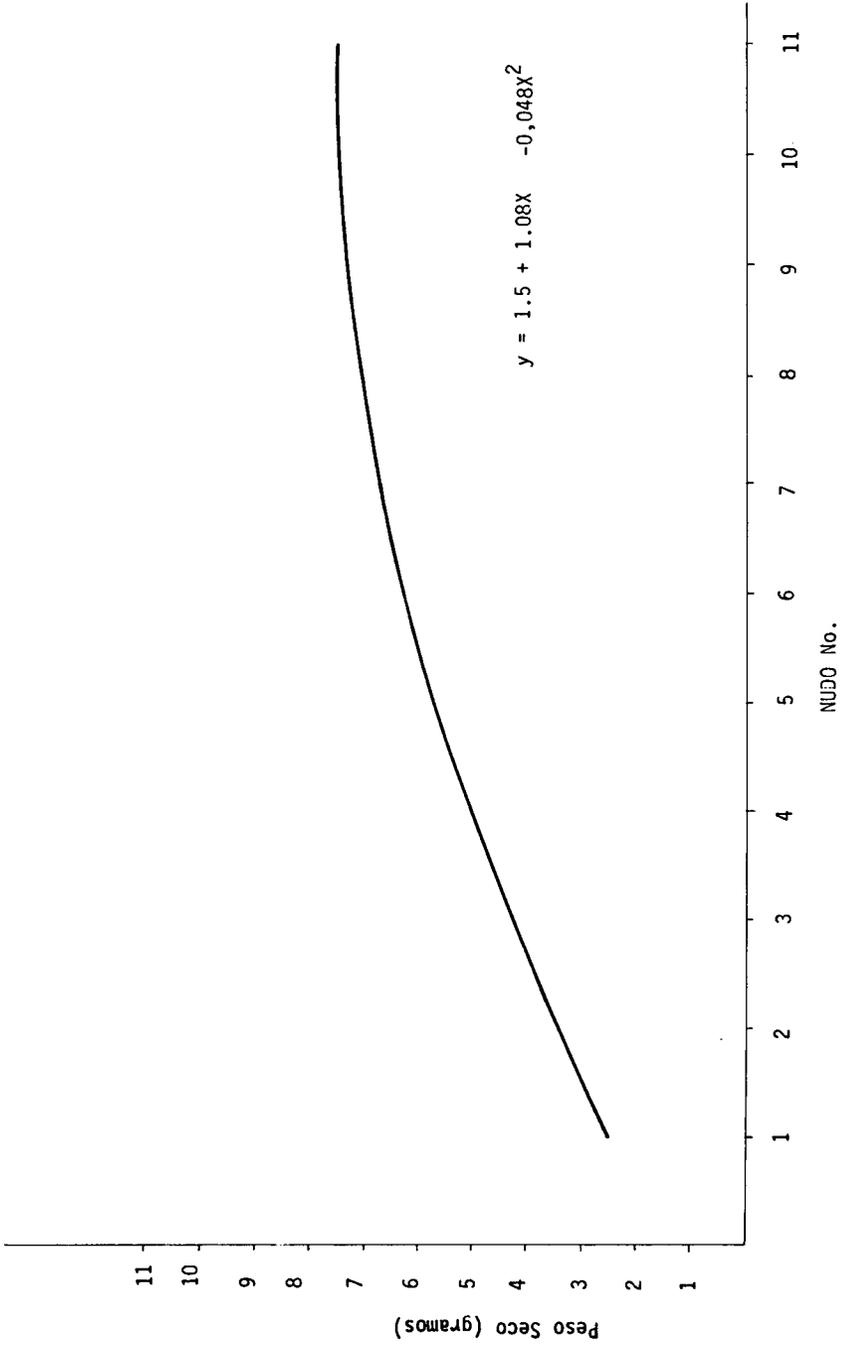


Figura 1. Acumulación de materia seca en hojas de maíz ICA V 510 pertenecientes a diferentes nudos de la planta.

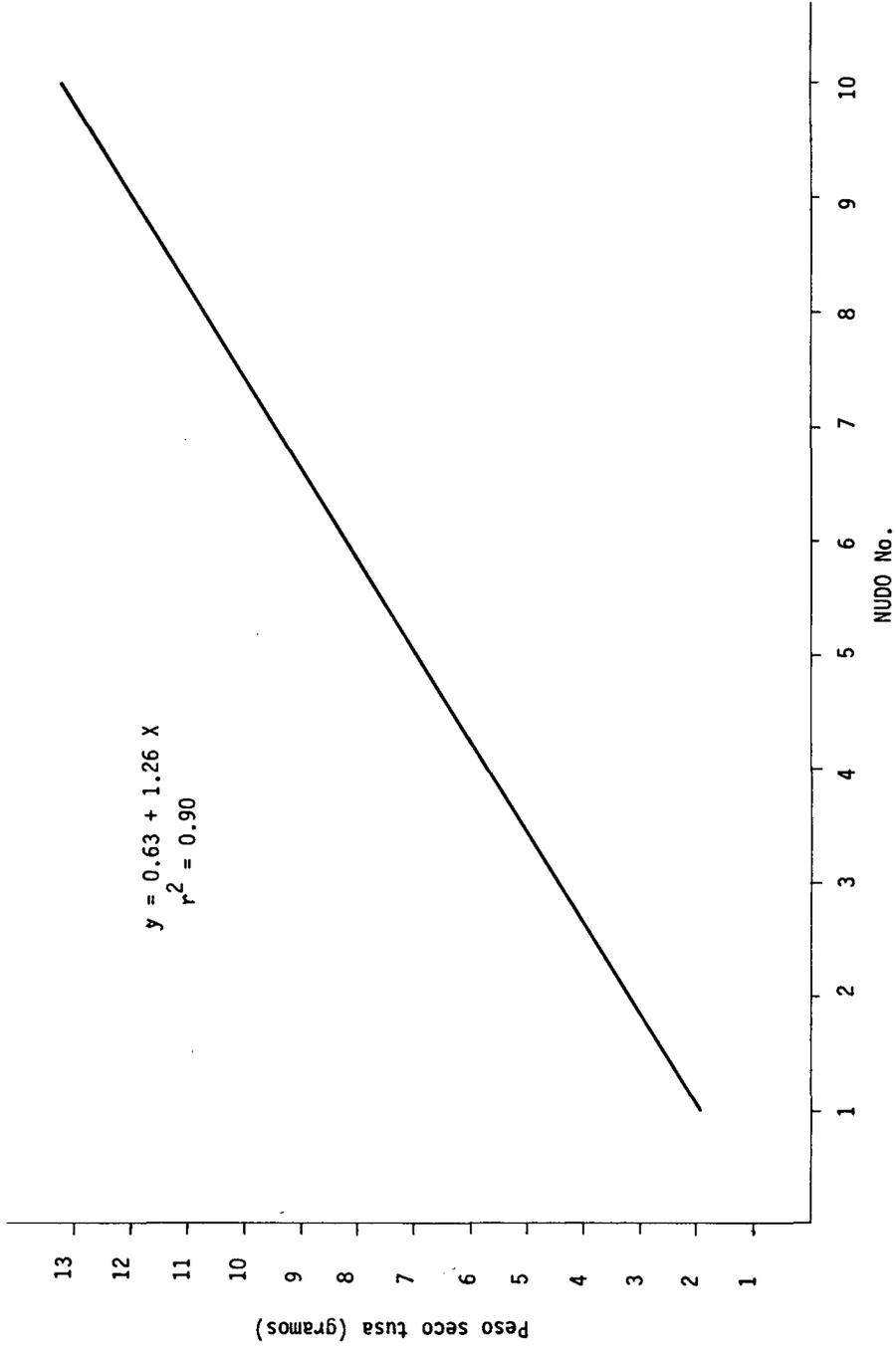


Figura 2. Acumulación de materia seca en tusas de maíz ICA V-510 pertenecientes a mazorcas desarrolladas en diferentes nudos de la planta por tratamiento de decapitación y polinización manual.

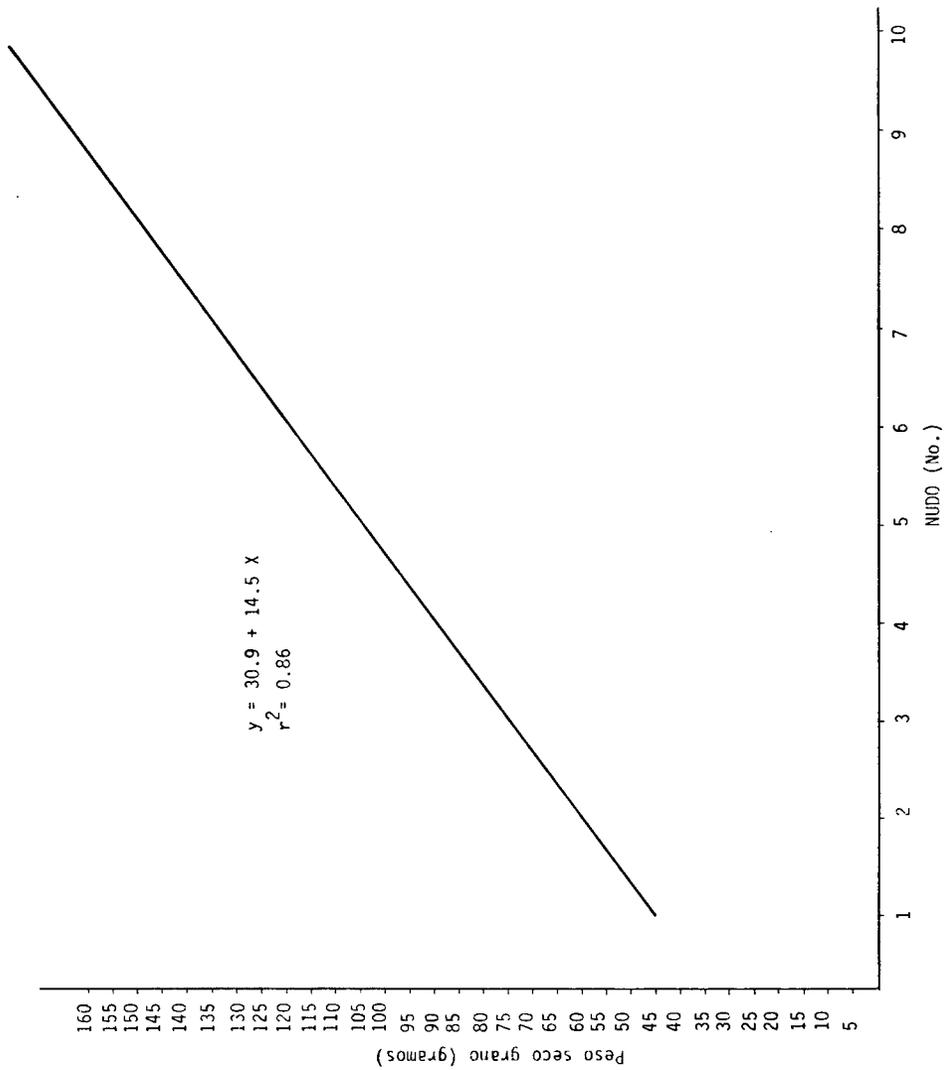


Figura 3. Acumulación de materia seca en granos de maíz ICA-V 510 pertenecientes a mazorcas desarrolladas en diferentes nudos de la planta por tratamientos de decapitación y polinización manual.

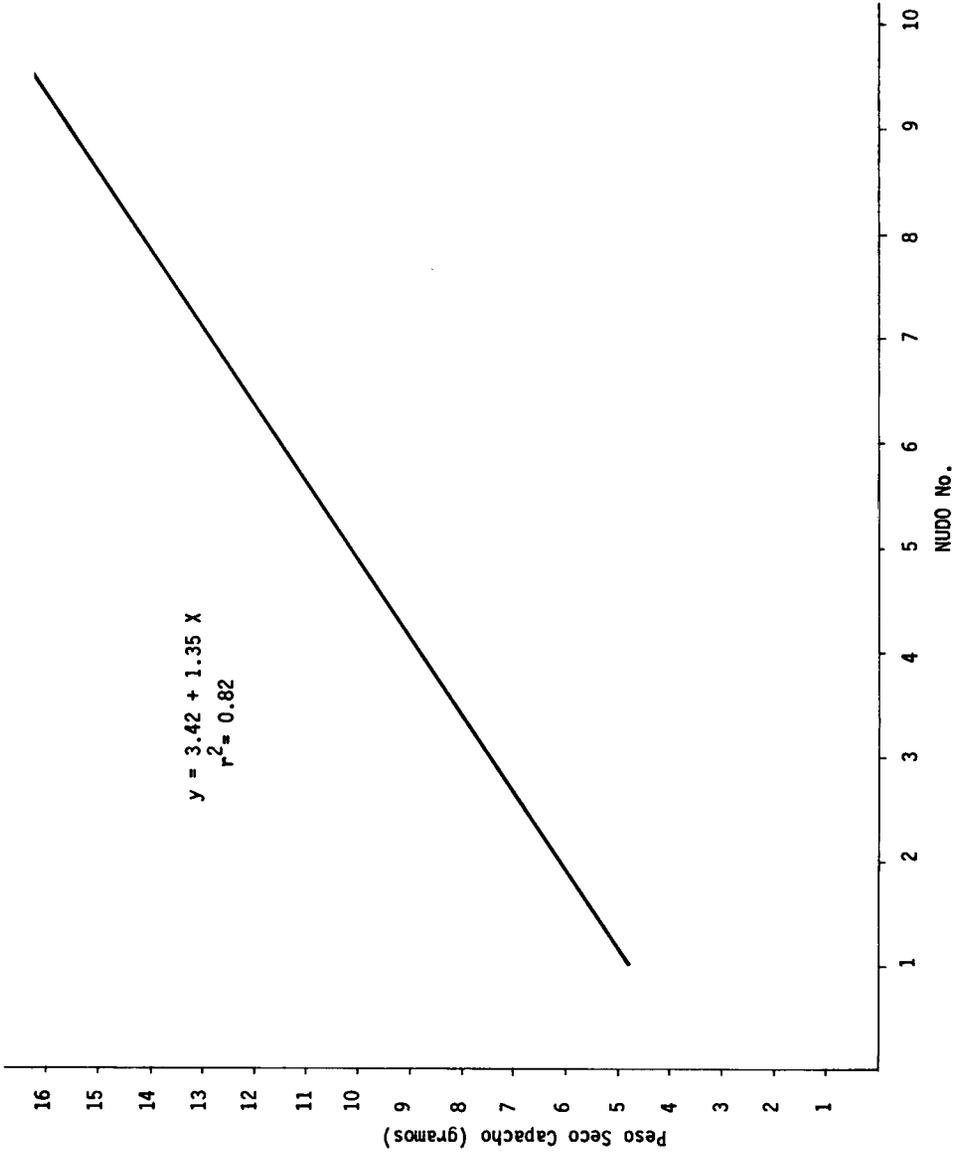


Figura 4. Acumulación de materia seca en capacho de maíz ICA V 510 perteneciente a mazorcas desarrolladas en diferentes nudos del eje de la planta por tratamiento de decapitación y polinización manual.

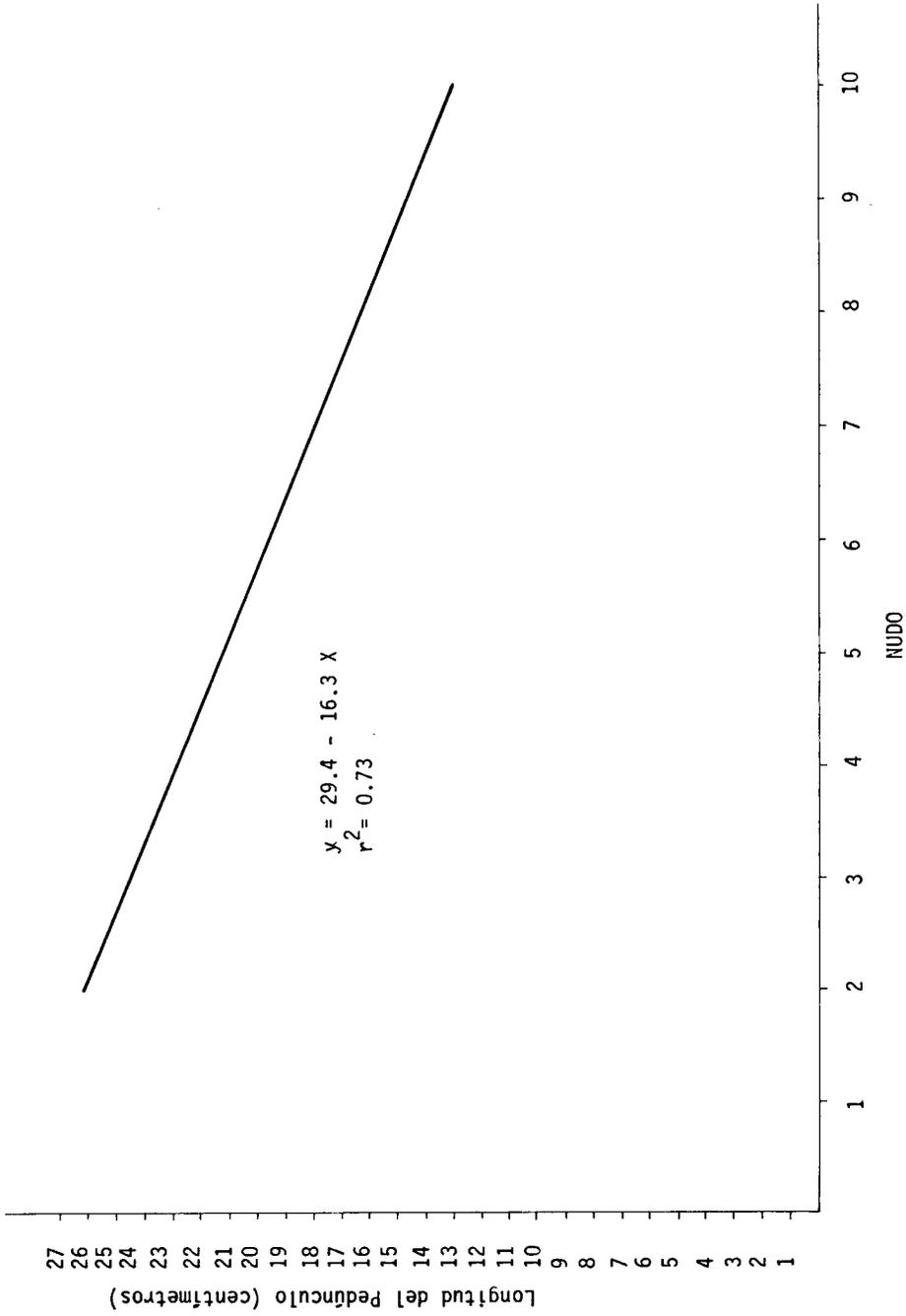


Figura 5. Longitud de pedúnculo de mazorcas de maíz ICA V 510 pertenecientes a mazorcas desarrolladas en diferentes nudos del eje de la planta por tratamiento de decapitación y polinización.

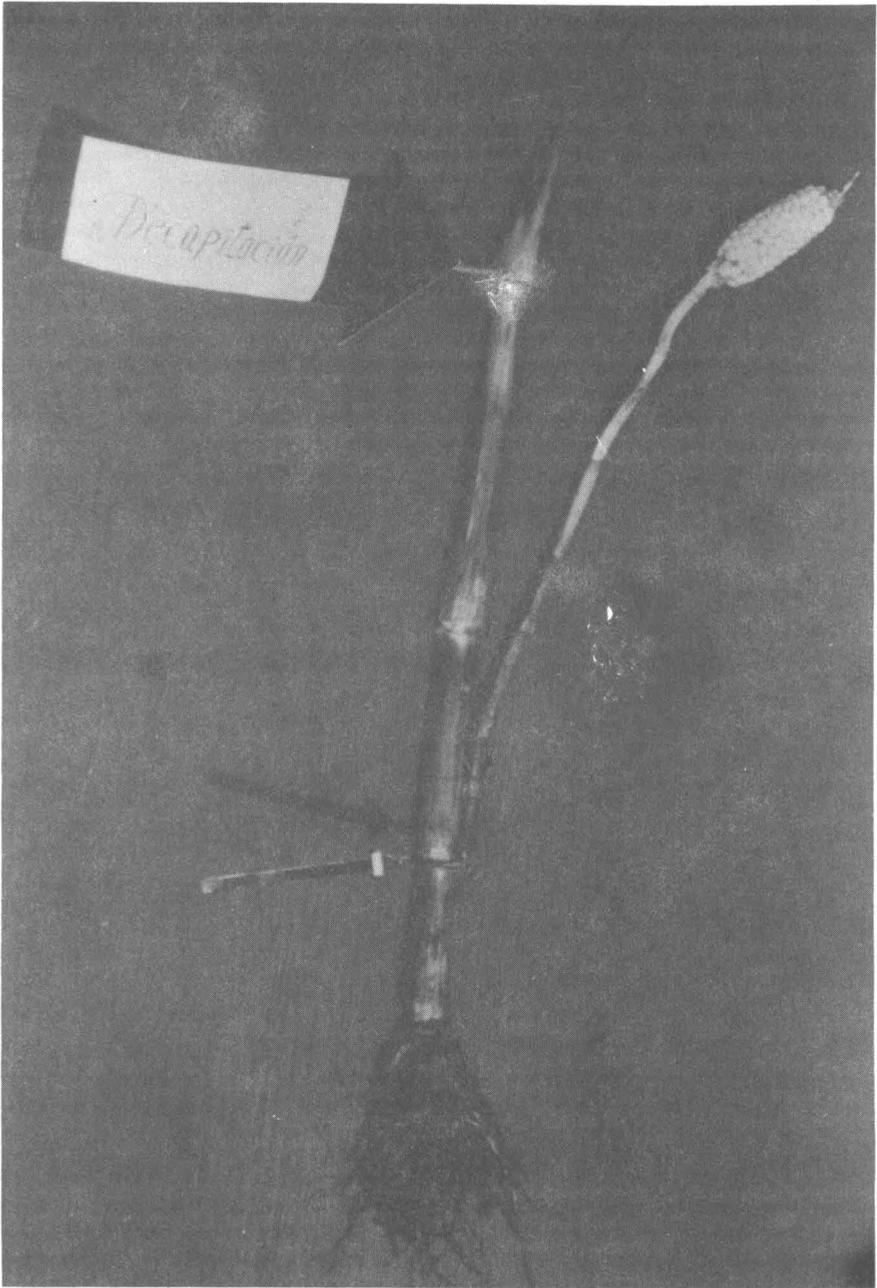


Figura 6. Formación de mazorcas en nudos inferiores.

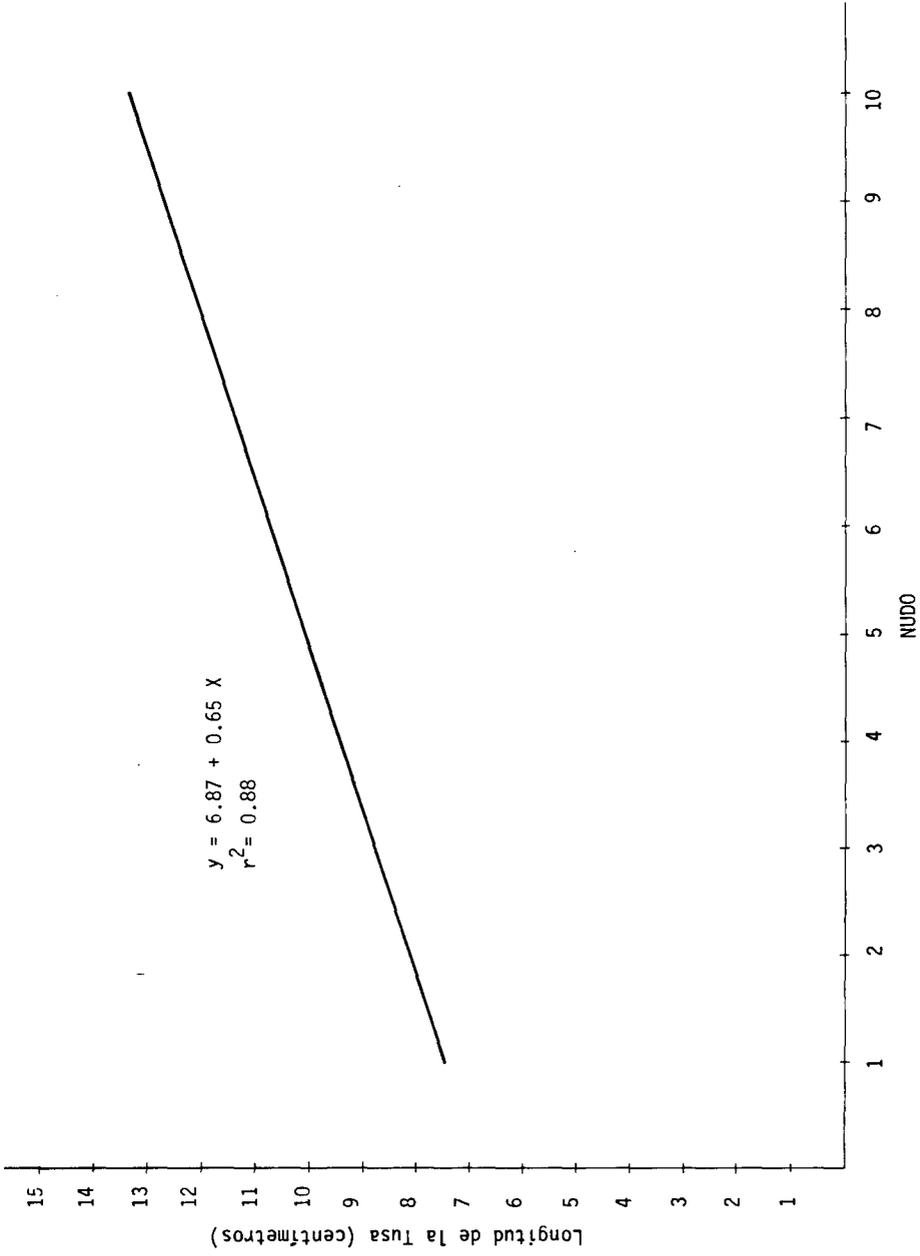


Figura 7. Tamaño de tusas de maíz ICA V-510 pertenecientes a mazorcas desarrolladas en diferentes nudos del eje de la planta por tratamiento de decapitación y polinización manual.

El modelo estadístico de mejor ajuste para número de granos fue el de regresión lineal simple con un coeficiente de determinación de 92% (Figura 8). Se encontró que la cantidad de granos en mazorcas no funcionales de nudos uno a seis es muy bajo con respecto a las mazorcas funcionales de los nudos superiores. También, se observó cierta incapacidad para formación de granos en las mazorcas no funcionales, no obstante haberse realizado polinización manual, cuando la formación de pistilos lo permitía. En los tratamientos con polinización natural disminuyó el número de granos, especialmente en nudos inferiores, lo cual, posiblemente, se debió a que algunos pistilos no emergieron bien (Figura 9). Otra posible causa es la baja cantidad de polen que algunas mazorcas recibieron en el momento en que sus pistilos estaban expuestos al ambiente (Figura 10). Se apreció, también, que algunas plantas después de haber perdido su órgano masculino, por el tratamiento de decapitación, algunos nudos respondieron diferenciando ramas en cuyo extremo terminal se encontraban tanto el órgano masculino como el femenino (Figura 11) y este es el motivo por el cual algunas mazorcas que no se polinizaron manualmente aparecían con granos en la cosecha.

DISCUSION

De acuerdo a Aldrich, 1974, en las mazorcas funcionales, normales, la baja producción puede ser ocasionada por desarrollo defectuoso de la mazorca o a desajustes entre la liberación del polen y a la salida de los estilos o al tardío alargamiento de los estilos después que el polen ha sido liberado. Algunas de estas situaciones se presentaron en las mazorcas no funcionales, pues hubo necesidad de romper las brácteas con el fin de permitir la salida de los estilos que, por su corta longitud, no alcanzan a emerger. En algunos casos, se presentan tusas con poca cantidad de estilos mientras que en otras se mostraron abundantes, pero con tusas pequeñas.

En términos generales, el crecimiento y desarrollo de mazorcas en nudos inferiores del eje de la planta de maíz es muy variable. Se destaca también la baja eficiencia en la captación de asimilados en las mazorcas de los nudos inferiores, las cuales, en sus diferentes partes, acumulan cantidades muy bajas de materia seca con relación a las mismas partes de las mazorcas normales. La única excepción son los pedúnculos, que presentan pequeñas ganancias de peso seco en las mazorcas inferiores y es precisamente en estos nudos donde hay tendencia a producir ramas de mayor longitud (Figura 12). Los nudos inferiores, uno a seis, donde usualmente no se producen mazorcas, con los tratamientos de decapitación mostraron su capacidad biológica para formar mazorcas (Figura 13). Teniendo en cuenta la forma como se acumula la materia seca en los diferentes tratamientos, se observó que en los más intensos se alcanzan los mayores valores en los tallos y los menores en las mazorcas, pero esta situación va cambiando a medida que los tratamientos no son tan intensos y contienen nudos donde, comúnmente, se desarrollan mazorcas normales. En los diferentes tratamientos, salvo algunos casos, las mazorcas que ocupan la posición superior dominan a las otras en tamaño y peso.

La polinización manual no mejoró significativamente la producción de grano en las mazorcas de los nudos inferiores.

CONCLUSIONES

1. La planta de maíz presenta un potencial biológico para producir mazorcas en todos sus nudos, pero las mazorcas de la parte inferior (nudos uno al tercero), parte media (nudos cuarto al sexto) sus características que determinan rendimiento se encuentran muy disminuidas.

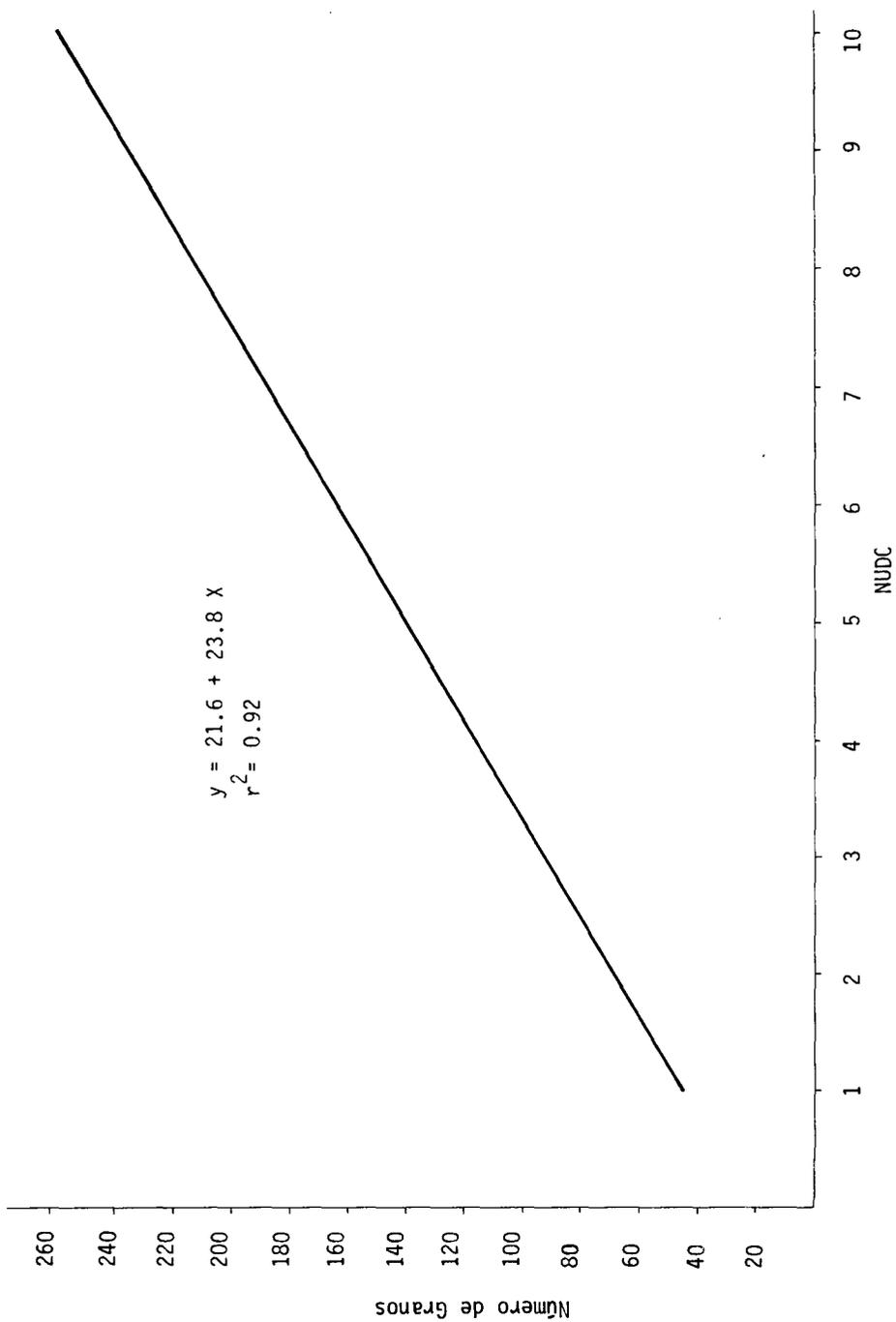


Figura 8. Cantidad de granos de maíz ICA-V 510 pertenecientes a mazorcas desarrolladas en diferentes nudos del eje de la planta por tratamiento de decapitación y polinización manual.

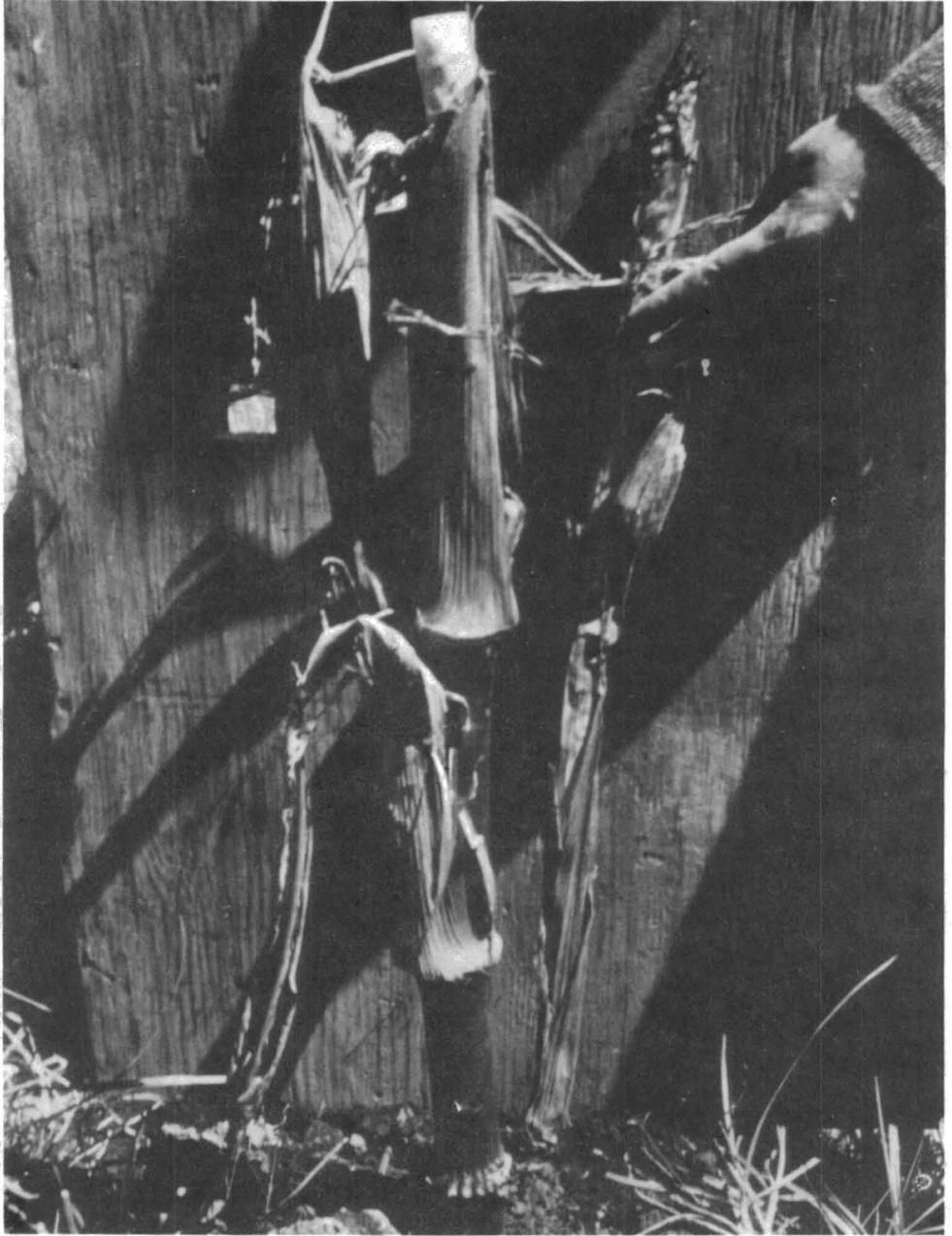


Figura 9. En las mazorcas de los nudos inferiores los cabellos no tuvieron un desarrollo y crecimiento adecuado. Cuando éstos emergen del capacho ya n hay suficiente polen.



Figura 10. Pistilos de mazorca totalmente emergidos, pero para esta época ya no hay presencia de polen de las plantas normales.



Figura 11. Diferenciación del órgano masculino y femenino en algunas ramas laterales.

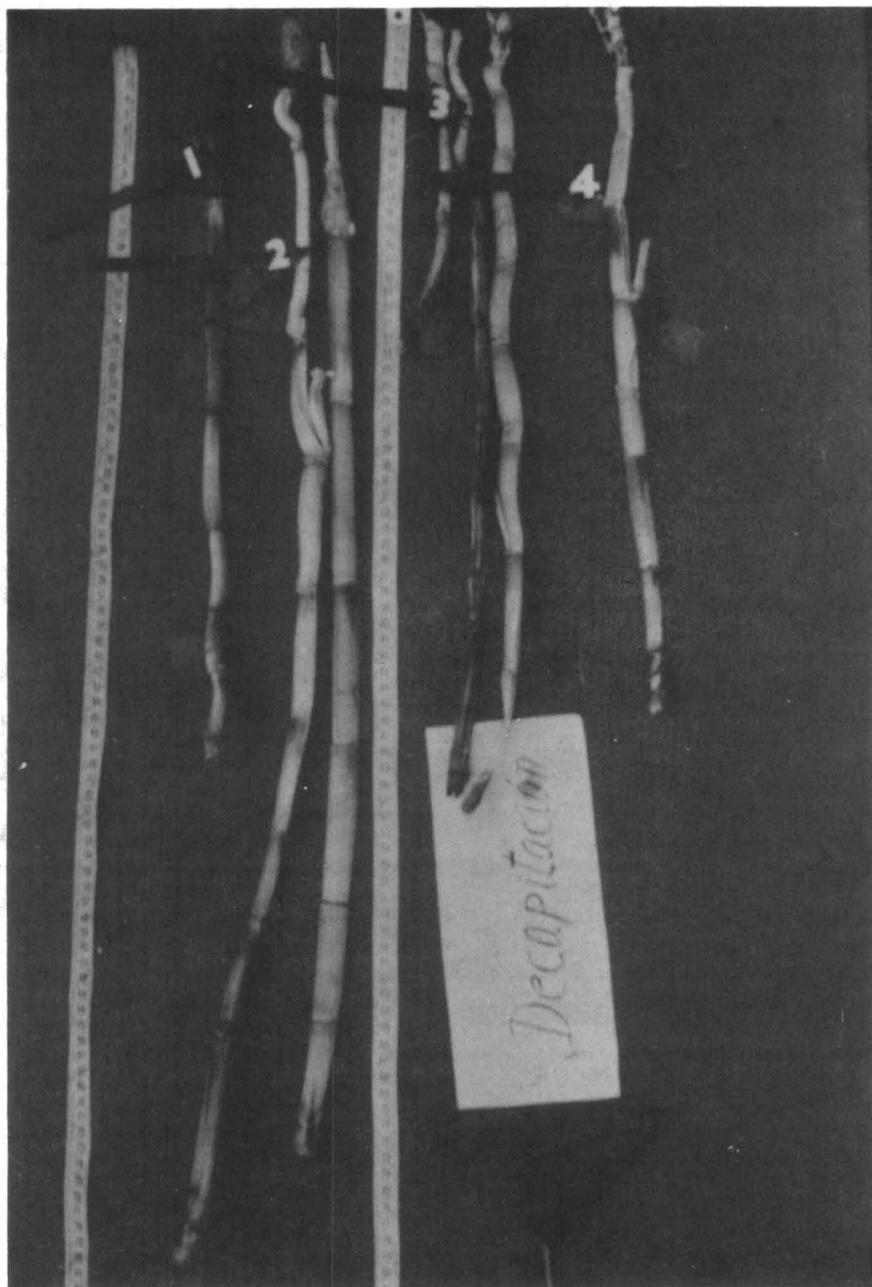


Figura 12. Longitud de pedúnculos de las mazorcas formadas en los nudos uno, dos, tres y cuatro como resultado de la decapitación.

2. Las mazorcas de los nudos inferiores y algunas de la parte media, cuya expresión se permite por efecto de la decapitación, si pueden crecer y desarrollarse, y con la polinización manual se mejora ligeramente su número de granos.
3. Se notó un gradiente en el potencial de crecimiento y desarrollo de las mazorcas en el eje de la planta. Este gradiente aumenta desde el nudo uno hasta el décimo.
4. Con este ensayo de decapitación y polinización, se apreció que la competencia por asimilados de parte de las mazorcas superiores privan o limitan el desarrollo y crecimiento de las inferiores, pues, tan pronto desaparecen las superiores por decapitación, se logró el crecimiento y desarrollo inmediato de las de la parte inferior.

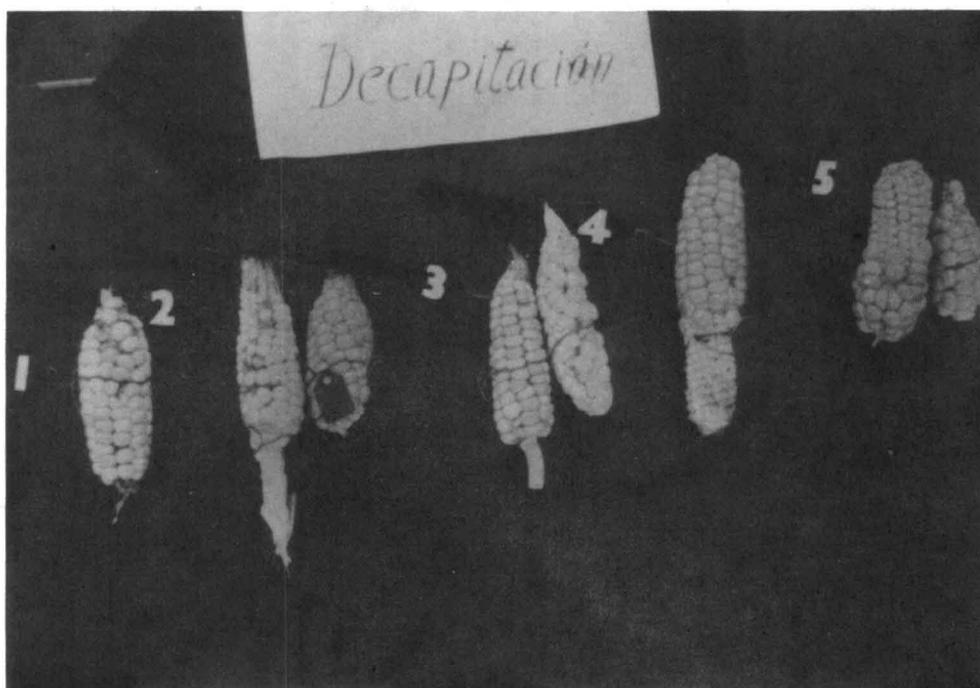


Figura 13. Capacidad biológica para producir mazorcas en nudos que en plantas normales no pueden crecer y desarrollarse.

BIBLIOGRAFIA

- ALDRICH, S. Como crece la planta de maíz En: Producción moderna del maíz, México, A.I.D., p. 1-27. 1974.
- CRANE, J. Growth substances in fruit scenting and development. Annual Review of Plant Physiology (Estados Unidos) v. 15. p. 303-326. 1964.

EARLEY, E. Earshoot development of midwest dent corn (*Zea mays* L.). Agricultural experiment station college of agriculture. Universidad de Illinois (Urbana). Agricultural Experiment Station college. Bulletin No. 747. p. 3-25. 1977.

GROSS, J. Development physiology and biochemistry of corn and Wheat pollen. *The Botanical Review* (Estados Unidos) V. 34 No. 2 p. 333-354. 1968.

HARRIS, R.; MOLL, R.H. Control and inheritance of prolificacy in maize. *Crop Science* (Estados Unidos) v. 16 No. 6 p. 843-850. 1976.

MICHEL, G. Cytokinin content and Kernel size of barley grain as affected by environmental and genetic factors. *Crop Science* (Estados Unidos) v. 12 No. 1 p. 162-165. 1972.

NEALES, T. The control of leaf photosynthesis rate by the level of assimilate concentration in the leaf. *The Botanical Review* (Estados Unidos) v. 34 No. 2 p. 107-125. 1968.