

"ANALISIS DE CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE MATERIA SECA EN
AVENA FORRAJERA (Avena sativa L.) BAJO TRES DISTANCIAS
Y TRES DENSIDADES DE SIEMBRA"

DIEGO RODRIGUEZ GONZALEZ

ISAIAS AREVALO SANDOVAL

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

Tesis de grado presentada
como requisito parcial para
optar al título de

INGENIERO AGRONOMO

Director: GUILLERMO CORREDOR S.,
I.A., M. Sc.

Asesor: GERMAN CORCHUELO R.,
I.A., M. Sc.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
BOGOTA

1986

"Este trabajo hace parte de las investigaciones realizadas por la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, sin embargo, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente opiniones de la Universidad".

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

- A GUILLERMO CORREDOR S., I.A., M.Sc., por su acertada labor como Director de Tesis
- A GERMAN CORCHUELO R., I.A., M Sc. , por la colaboración y asesoría recibida a lo largo de este estudio.
- A JUAN OSPINA A., I.A., por su colaboración en el desarrollo del proceso estadístico.
- AL CENTRO DE CALCULO ELECTRONICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, por su colaboración en el procesamiento de datos
- A Todas las personas que en una u otra forma ayudaron a la realización y presentación de este trabajo.

DEDICO

A todos los seres
que encuentran
en la naturaleza
el eje mayor
del movimiento
un poco de sí
un poco de todo
a todos
los que de ella
extraen
su sensibilidad
su interpretación
su sendero
y sobre todo
a todos aquellos
que se acoplan
y articulan
a su ritmo

DIEGO

A mis PADRES y a todos los que
creen en mí

ISAIAS

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Conceptos básicos de crecimiento y análisis de crecimiento	3
2.2. Índices de crecimiento	7
2.2.1. Tasa de crecimiento relativo (TCR)	7
2.2.2. Tasa de asimilación neta (TAN)	8
2.2.3. Relación de área foliar (RAF)	9
2.2.4. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)	9
2.2.5. Índice de área foliar (IAF)	10
2.3. Densidades y distancias de siembra y producción de forraje	10
2.4. Relación entre índices de crecimiento	14
3. MATERIALES Y METODOS	18
3.1. Materiales	18
3.1.1. Localización	18
3.1.2. Variedad	20
3.2. Métodos	20
3.2.1. Tratamientos	20
3.2.2. Diseño experimental	22
3.2.3. Prácticas culturales	22

	Página
3.2.4. Registro de datos	23
3.3. Parámetros determinados	24
3.3.1. Peso seco de la planta	24
3.3.2. Area foliar	24
3.3.3. Area foliar de la hoja bandera	25
3.3.4. Mediciones lineales de la hoja bandera	25
3.3.5. Número de hojas	25
3.3.6. Número de macollas	26
3.3.7. Altura de la planta	26
3.3.8. Area de suelo	26
3.3.9. Producción de forraje verde	26
3.3.10. Porcentaje de materia seca	27
3.3.11. Producción de materia seca	27
3.3.12 Cálculo de los índices de crecimiento	27
3.4. Análisis estadístico	29
4. RESULTADOS Y DISCUSION	31
4.1. Parámetros determinados	31
4.1.1. Area foliar	31
4.1.2. Peso seco	34
4.1.3. Índice de área foliar	37
4.1.4. Tasa de asimilación neta	41

	Página
4.1.5. Tasa de crecimiento del cultivo	44
4.1.6. Tasa de crecimiento relativo	48
4.1.7. Relación de área foliar	51
4.1.8. Altura de planta	54
4.1.9. Número de hojas	56
4.1.10. Número de macollas	59
4.1.11. Porcentaje de materia seca	62
4.1.12. Producción de materia seca	64
4.1.13. Coeficiente foliar de la hoja bandera	67
4.2. Análisis de correlación	69
5. CONCLUSIONES	74
6. RESUMEN	76
7. SUMMARY	78
BIBLIOGRAFIA	80
APENDICE.	

INDICE DE TABLAS

TABLA	Página
1 Características físico-químicas del suelo correspondiente al ensayo.	19
2 Descripción de tratamientos, distancias y densidades de siembra en avena (<u>Avena sativa</u> L.) variedad ICA-Cajicá.	21
3 Análisis de correlación lineal simple entre las diferentes variables estudiadas.	73

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 Comportamiento del área foliar por planta en cm/día después de la emergencia	32
2 Comportamiento de peso seco por planta en gr/días después de la emergencia	36
3 Comportamiento del índice de área foliar (IAF)/días después de la emergencia.	39
4 Comportamiento de la tasa de asimilación neta (TAN) en gr/cm/días después de la emergencia.	42
5 Comportamiento de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) en gr/cm/días después de la emergencia.	46
6 Comportamiento de la tasa de crecimiento relativo (TCR) en gr/cm/días después de la emergencia.	49
7 Comportamiento de la relación de área foliar (RAF) en cm/gr/días después de la emergencia.	52
8 Comportamiento de la altura de planta en cm/días después de la emergencia.	55
9 Comportamiento del número de hojas por planta/días después de la emergencia.	57
10 Comportamiento del número de macollas por planta/días después de la emergencia.	60

FIGURA	Página
11 Porcentaje de materia seca (PMS) para los diferentes tratamientos al día 81 después de la emergencia.	63
12 Producción de materia seca (PRMS) en toneladas por hectárea para los diferentes tratamientos al día 81 después de la emergencia.	65
13 Area foliar estimada de la hoja bandera Log (AFB) en función del área de la hoja bandera (Log (L X A)).	68

INDICE TABLAS DEL APENDICE

TABLA	Página
1A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para área foliar en las distancias y densidades estudiadas.	88
2A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para peso seco en las distancias y densidades estudiadas	89
3A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para índice de área foliar (IAF) en las distancias y densidades estudiadas	90
4A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para tasa de asimilación neta (TAN) en las distancias y densidades estudiadas.	91
5A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para tasa de crecimiento del cultivo (TCC) en las distancias y densidades estudiadas.	92
6A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para tasa de crecimiento relativo (TCR) en las distancias y densidades estudiadas.	93
7A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para relación de área foliar (RAF) en las distancias y densidades estudiadas.	94

TABLA

Página

- 8A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para altura de planta en las distancias y densidades estudiadas. 95
- 9A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para número de hojas por planta en las distancias y densidades estudiadas. 96
- 10A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para número de macollas por planta en las distancias y densidades estudiadas. 97
- 11A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para el porcentaje de materia seca (PMS) en las distancias y las densidades estudiadas. 98
- 12A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para la producción de materia seca (PRMS) en las distancias y densidades estudiadas. 99

1. INTRODUCCION

En el país, las explotaciones ganaderas de leche, constituyen en el campo de la producción animal una importante actividad, ya que inciden sobre factores sociales y económicos, tales como la generación de empleo y su participación en el mercado. Dentro de este marco de referencia, la avena forrajera ofrece buenas perspectivas, debido a sus atributos de calidad, ya que presenta un alto nivel de proteínas unido a un buen contenido energético, pudiéndose emplear en la alimentación de hatos lecheros ya sea en verde o ensilada, contando además con el incentivo de alcanzar excelentes rendimientos de forraje por hectárea, si se manejan factores como variedades mejoradas, cultivos adaptados al medio y prácticas de manejo adecuadas.

Sus características intrínsecas hacen de éste un cultivo promisorio, debido a su amplia cobertura de adaptación a las condiciones ambientales tales como: Altura sobre el nivel del mar desde 1600 a 3100 m.s.n.m. en una amplia variedad de suelos y además presenta resistencia a la humedad, sequía y a las heladas.

El crecimiento y desarrollo de un cultivo, además de la constitución genética, depende de factores como la luz, CO_2 , agua, temperatura y fertilización. Estos factores en forma integrada determinan la calidad y cantidad de forraje a obtener, permitiendo conocer los

patrones de comportamiento y las épocas críticas y de acuerdo a esto, establecer modificaciones y mejoras en las prácticas culturales.

Debido a la escasa información en relación con el crecimiento y desarrollo de éste cultivo en nuestro medio, se hizo un estudio de los parámetros fisiológicos de crecimiento y rendimiento. Dentro de estos parámetros tenemos: Área foliar, peso seco, tasa de crecimiento relativo (TCR), tasa de asimilación neta (TAN), tasa de crecimiento del cultivo (TCC), relación de área foliar (RAF), índice de área foliar (IAF) y producción de materia seca.

Debido a que la producción de forraje está en función de la densidad y distancia de siembra, se planeó este ensayo el cual tiene como principales objetivos:

- Determinar el efecto de las densidades y distancias de siembra sobre los parámetros fisiológicos anteriormente citados, en relación al crecimiento de la avena (Vareiedad ICA-Cajicá).
- Determinar el efecto de estos factores (distancia y densidad de siembra) sobre el rendimiento de forraje seco.
- Con el fin de recoger la mayor información posible se plantea a través del análisis de regresión, determinar el coeficiente de la hoja bandera, con el fin de estimar el área foliar de ésta, a partir de sus medidas lineales (largo y ancho).

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Conceptos básicos de crecimiento y análisis de crecimiento:

Aunque las diferentes especies varían en su habilidad asimilatoria (C4 Vs C3), el control del crecimiento inherente en la planta ejerce un poderoso efecto sobre su funcionamiento general. Las entradas de sustancias físicas promueven el crecimiento, pero la regulación biológica dicta el patrón de su utilización y última expresión. (Leopold y Kriedemann, 1975).

El crecimiento está relacionado con índices cuantificables como aumento de peso, tamaño, etc., mientras el desarrollo está relacionado con aspectos cualificables como color y aparición de ciertos organelos. El proceso de crecimiento lleva inherente y paralelo el desarrollo. (Rojas, 1978).

Corchuelo (1979), señala que el crecimiento consiste básicamente en un aumento irreversible en el tamaño de sus órganos, acompañado de un incremento en peso seco y cantidad de protoplasma, además de ser un proceso complejo que incluye muchas etapas diferentes, tales como la división celular, la elongación, la diferenciación, la fotosíntesis, la respiración, la translocación, la absorción y la transpiración.

Romero (1975), indica que el crecimiento de las diferentes partes de una planta se puede obtener en términos de altura, área foliar, peso seco, en relación con el tiempo transcurrido durante el ciclo de vida. Así mismo al graficar el cambio de cualquiera de estos parámetros en función del tiempo, se obtiene la curva sigmoidea del crecimiento característica de los seres vivos.

Para células u órganos individuales el crecimiento es potencialmente ilimitado y comienza como un patrón exponencial, sin embargo las interacciones mutuas dentro de un individuo imponen limitaciones sobre el crecimiento y éste se torna de una manera sigmoideal, debido a las eventuales limitaciones de espacio, nutrientes o acumulación de productos finales. El crecimiento de un órgano u organismo incluye una fase exponencial temprana. Tales parámetros como volumen, peso, altura, área de la superficie, número de células y contenido de proteína todos muestran un patrón similar (Leopold y Kriedemann, 1978).

Steward (1969), considera que la cinética del crecimiento sigue una curva sigmoidea en la que se distinguen tres fases:

1. Fase de retardación: caracterizada por la disminución en peso seco inmediatamente después de la germinación, a causa del agotamiento de las reservas nutritivas de la semi-

11a.

2. Fase logarítmica o exponencial; en la cual el crecimiento aumenta en forma lineal a medida que la fotosíntesis prosigue en la planta, siendo análoga a la acumulación de capital en un sistema de interés compuesto descrito por Steward (1969), y Leopold y Kriedemann (1975), en donde el embrión representa el capital inicial y la eficiencia fotosintética es la tasa de interés. Si el peso inicial es W_0 y la tasa de interés compuesto es r , el peso final W_i luego de un tiempo t será:

$$W_i = W_0 + e^{rt}$$

3. Fase de senectud o vejez: en la cual el crecimiento aumenta a un ritmo muy lento hasta acercarse a nulo, causando una disminución del peso seco en la parte final de la fase.

Las respuestas de crecimiento y desarrollo están afectadas por las condiciones ambientales externas y la compleja relación planta ambiente que varía de acuerdo al estado de crecimiento en que se encuentre el organismo (Went, 1957). El agua, la luz, los nutrientes disponibles y la temperatura son los factores climáticos que tienen mayor influencia en el

crecimiento. (Buttery y Buzzel, 1974).

Koller et al. (1970) y Sivakumar y Shaw (1978), señalan que las técnicas utilizadas para cuantificar los componentes de crecimiento de un cultivo, se conocen colectivamente como "análisis de crecimiento". Este término, usualmente se refiere al análisis matemático de la variación en tamaño o peso del material acumulado por la planta o sus partes y a parámetros relativos a las dimensiones de los órganos asimilatorios, como es el caso del área foliar (Went, 1957). Los datos se obtienen a intervalos regulares durante la época de crecimiento del cultivo (Sivakumar y Shaw, 1978). El registro periódico de los atributos de crecimiento permite graficar en función del tiempo su variabilidad y obtener indicadores exponenciales que señalan cambios fisiológicos en las plantas (Hammond y Kirkham, 1949). Además, utilizando el método de regresión es posible elegir una función matemática que represente en forma adecuada la curva de crecimiento (Sivakumar y Shaw, 1978). El análisis de crecimiento es de gran valor en los programas de mejoramiento, porque permite conocer las características de la planta que están más fuertemente asociadas con la producción (Williams y Hayes, 1979). Went(1957), señala que al utilizar éste método es posible comprobar teorías existentes y formular los procesos de crecimiento en una forma adecuada y exacta.

Según Radford (1967), cuantificar el material presente en la planta y medir el área fotosintéticamente activa son condiciones importantes en el análisis de crecimiento, determinando el peso seco total de las plantas individuales, la superficie foliar, peso seco de hojas, proteínas y/o contenido de clorofila en las hojas; llegando a la conclusión de que con datos básicos como peso seco y área foliar respectivamente y en función del tiempo, es factible encontrar ecuaciones que representen las etapas de crecimiento en forma continua y las relaciones que existen entre estos parámetros, utilizando el método de regresión, además de esto, las ecuaciones pueden ser derivadas para calcular los índices de crecimiento.

2.2. Índices de crecimiento:

Los índices de crecimiento más comunmente utilizados son a nivel de planta: Tasa de crecimiento relativo (TCR), tasa de asimilación neta (TAN) y relación de área foliar (RAF); mientras que a nivel de cultivo tenemos: Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) e índice de área foliar (IAF). (Sivakumar y Shaw, 1978).

2.2.1. Tasa de crecimiento relativo (TCR):

Se define como el incremento en peso seco por unidad de ma-

teria seca acumulada y por unidad de tiempo (Radford, 1967) y es equivalente al índice de eficiencia de Blackman (Blackman y Wilson, 1951).

Este índice representa la capacidad de la planta para producir material nuevo, varía con el tiempo y al igual que el TAN depende de la fotosíntesis y la respiración (Sivakumar y Shaw, 1978); aunque existe una pequeña contribución debida a los minerales que la planta absorbe del suelo (Medina, 1977).

2.2.2. Tasa de asimilación neta (TAN):

Este índice resuelve el crecimiento de la planta dentro de aquellos atributos que gobiernan la tasa de crecimiento de materia seca sobre la base de datos experimentales simples, tales como área foliar y peso seco (West et al., 1920).

Watson (1952), explica que el TAN no es una medida real de fotosíntesis desde que éste representa el resultado neto de ganancia fotosintética sobre pérdidas respiratorias y puede por consiguiente variar de acuerdo a la magnitud de la respiración.

Para Leopold y Kriedemann (1975) el TAN depende de la superficie foliar, de la arquitectura o disposición de las hojas,

de la edad de la hoja y de los procesos de regulación interna relacionados con el suplemento y demanda de asimilados. Estos mismos autores señalan que el TAN depende o se encuentra bajo la influencia de los factores ambientales, especialmente la intensidad de la luz y la temperatura.

2.2.3. Relación de área foliar (RAF):

Este índice relaciona la superficie foliar y la materia seca acumulada por la planta (Radford, 1967).

Medina (1977) señala que el RAF expresa la proporción de área foliar cuya fotosíntesis mantiene a toda la planta. En general, declina con la edad de las plantas y a mayor RAF hay mayor producción de materia orgánica.

2.2.4. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC):

Para Watson (1958), este índice expresa la capacidad fotosintética del cultivo. Leopold y Kriedemann (1975), señalan que la tasa de crecimiento del cultivo representa la variación en función del tiempo de la productividad total de la comunidad, en términos de materia seca por unidad de superficie de suelo cubierto por el cultivo. La tasa de crecimiento del

cultivo depende de la ^{A.F.} intensidad lumínica, densidad de siembra y arquitectura de la planta.

2.2.5. Índice de área foliar (IAF):

Este índice expresa la capacidad fotosintética del cultivo (Watson, 1958) y establece la relación que existe entre el área foliar y la superficie del terreno que le corresponde (Buttery, 1979). Las variaciones en el IAF, dependen de la densidad de siembra y de la superficie de área foliar por planta (Watson, 1952). Este último autor señala que en los cereales el incremento en el IAF durante las primeras etapas de crecimiento está asociado con la fase de macollamiento y la declinación de este índice se debe a la senescencia y muerte de las hojas, la cual se da en forma secuencial desde la base de la planta hasta la zona apical.

2.3. Densidades y distancias de siembra y producción de forraje:

Según Cantillo y Caldas (1983), el número de plantas por unidad de área es uno de los factores más importantes en la calidad y producción de la cebada. Estos autores utilizando densidades de 40, 55, 70 y 80 kg/ha encontraron que el número efectivo de macollas por planta tiene una relación inversa con la densidad de siembra.

Según Cepeda (1970), la cantidad de semilla que debe usarse por unidad de superficie depende del tipo de suelo, grado de humedad del mismo, de su fertilidad, de la clase de preparación llevada a cabo, la precipitación y las características de la variedad. Recomienda densidades de 50 a 60 kg/ha de semilla de avena para forraje. También señala que las densidades bajas producen plantas con más macollas, espigas más largas y granos más grandes; las densidades altas ayudan a controlar malezas pero favorecen el volcamiento si la variedad no tiene tallo fuerte.

Según Amézquita y Mora (1968), hallaron en avena que el macollamiento, número de panojas, número de espiguillas por panoja y las variedades son afectadas significativamente por la interacción de densidad (es) contra distancia (s) de siembra, pero esta interacción no afecta los rendimientos del grano. Estos mismos autores trabajando con la variedad ICA Bacatá encontraron que la producción más alta de forraje verde (60 tn/ha) fue obtenida al sembrar en surcos distanciados a 30 cms y utilizando una densidad de 55 kg/ha.

En el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria del ICA de Tibaitatá (1968), se realizó un ensayo en avena (variedad ICA-Bacatá) para probar la interacción de distancias y densidades en relación a la producción de forraje. Las distancias

utilizadas fueron: 15, 30 y 60 cm. Las densidades fueron: 50, 65, 80 y 95 kg/ha. Los resultados demostraron que la mejor interacción correspondió a la distancia de 15 cm. asociada a la densidad de 50 kg/ha.

Echeverry et al. (1966), al comparar densidades de siembra en avena de 20, 40 y 60 kg/ha. contra distancias de siembra de 18,30, 60 y 100 cm., obtuvieron producciones de materia seca de 11,77 t/ha con 60 kg/ha de semilla y 8,7 t/ha con 40 kg/ha de semilla sembrada a 60 cm. entre surcos; además obtuvieron 9,81 t/ha con 60 kg/ha de semilla y 9,57 t/ha con 40 kg/ha de semilla sembradas en surcos separados a 30 cm. Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos y la interacción distancia por densidad de siembra.

Los rendimientos oscilaron entre 5,02 y 11,7 t/ha de forraje seco, lo cual permite establecer que de la distancia y densidad de siembra en avena forrajera puede depender más del 50% en la producción. Estos mismos autores comprobaron que distancias inferiores a 30 cm. no son aconsejables. El incremento en la producción tuvo una tendencia lineal debido al efecto de la densidad de siembra. Los mayores rendimientos se obtuvieron con las dosis más altas de semilla aunque no se encontraron diferencias significativas. Recomiendan surcos espaciados entre 30 y 60 cm. y densidades de 40 a 60 kg/ha

de semilla.

Según Foth et al. (1964) señalan que avenas sembradas en hileras espaciadas muy poco, tienden a sobrepasar en producción a las sembradas en hileras mayormente espaciadas. Este autor halló en el trópico frío producciones de forraje de variedades de avena importada y seleccionada que varió de 5,5 a 9,5 tn/ha de materia seca cuando se cosechó el grano en estado de leche. También señaló que mientras la distancia entre hileras fue incrementada, la producción por hectárea decreció, lo mismo que el número de panículas por metro cuadrado; esto podría ser debido a como sugirió Denmead et al., citado por Foth (1974), a que el mayor uso de luz disponible por las plantas ocurre en el surco más estrecho por lo que un canopy más uniformemente distribuido podría usar más eficiente la luz solar disponible.

Corchuelo (1970), trabajando con avena (Variedad ICA-Bacatá) en dos suelos de la serie "Bonza" en Boyacá, utilizó las siguientes densidades: 50, 65, 80 y 95 kg/ha y distancias entre surcos de 15, 30, 60 cm; halló que las densidades superiores a 50 kg/ha no tuvieron ningún efecto sobre el macollamiento, altura de plantas, longitud de panojas y número de granos por panoja. La altura de las plantas se ve afectada por la distancia entre surcos en la localidad de Tinguavita, siendo

la distancia de 30 cm. la que produjo mayor altura. Relacionando la densidad con el macollamiento no se encontraron diferencias significativas.

El incremento de la densidad permaneciendo constante la distancia, trae como consecuencia un agrupamiento de la semilla en el surco, afectando la germinación y los estados de la plántula por competencia; en la interacción distancia por densidad no se encontraron diferencias significativas.

En el primer ensayo para la variable de altura de planta no se hallaron diferencias significativas para distancias, densidades ni para la interacción distancia por densidad. En el segundo ensayo la altura de planta aumenta cuando la distancia entre surcos se incrementa de 15 a 30 cm y al aumentar ésta, la altura decrece. En la interacción distancia por densidad, no se encontraron diferencias significativas.

2.4. Relación entre índices de crecimiento:

Según Niciporovic (1960), las diferencias en el rendimiento están determinadas principalmente por diferencias en el área foliar.

Shibles y Weber (1965), encontraron que la tasa de producción

de materia seca y el porcentaje de intercepción de la energía solar aumentaba a medida que se incrementaba el área foliar, hasta llegar a un máximo, permaneciendo constante con aumentos adicionales del área foliar.

Hoyt y Bradfield (1962), encontraron que la tasa de asimilación neta (TAN) de los cereales fue lineal con el índice de área foliar (IAF) cuando este disminuyó a 2,7, pero a altos valores del IAF, ésta declinó. Es importante conocer en que momento del ciclo vegetativo del cultivo se obtiene el IAF óptimo, ya que éste representa la mayor eficiencia fotosintética. Este punto coincide con la máxima tasa de crecimiento del cultivo, la población alcanza la mayor tasa de producción de materia seca, la máxima luz aprovechable es interceptada y las hojas bajas están en equilibrio entre las ganancias por fotosíntesis y las pérdidas por respiración (Corchuelo, 1979). Anota además, que la tasa de producción de materia seca de un cultivo es función cuadrática del IAF.

Black (1963), ha demostrado que en la misma forma que se incrementa el IAF, se incrementa la intensidad de crecimiento del TCC, hasta que alcanza un valor máximo. Las hojas inferiores están eventualmente sombreadas y se encuentran justamente en el punto de compensación.

Stern y Donald (1962), indican que el índice de área foliar óptimo da la máxima intensidad de crecimiento del cultivo.

López y Alvarado (1976), corroboraron que el máximo valor del IAF alcanzado, no significa que sea óptimo, debido a que al llegar a determinado valor, el exceso de follaje en lugar de ser favorable para el crecimiento, se convierte en algo desfavorable, debido a que el autosombreamiento inhabilita muchas hojas para la fotosíntesis.

Bajo una misma densidad de siembra, las diferencias en el IAF dependen del área foliar de cada planta. Se han hecho varias determinaciones del IAF en especies cultivadas como cebada, papa, avena y remolacha (Watson, 1952) y caña de azúcar (Medina, 1977), observándose una tendencia a incrementarse con la edad, hasta alcanzar un valor máximo y posteriormente disminuir. Este comportamiento se ha asociado a la actividad del meristemo apical, el crecimiento y longevidad del sistema foliar.

Wallace y Munger (1965), Watson y Witts (1959), encontraron en estudios fisiológicos en frijol que las variedades de mayor producción presentaron mayor área foliar y mayor índice de área foliar. También observaron una relación inversa entre el TAN y el IAF en estados avanzados de crecimiento, por

BIBLIOTECA

un exceso de sombrero causado por el follaje y alta respiración, factores que fueron consecuencia de un alto IAF y que causaron una disminución en el valor del TAN.

El comportamiento de los índices de crecimiento está influenciado por el punto de compensación de la luz. Blackman y Wilson (1951) lo definieron como la intensidad lumínica en que el TAN es igual a cero. Clavijo, citado por Sabogal y Caquimbo (1982), lo catalogaron como la intensidad de la luz a la cual la fotosíntesis iguala la respiración y el intercambio neto de CO_2 es igual al O_2 .

Loomis (1963), manifiesta que la principal fuente de variación del TAN reside en la oscilación de los factores ambientales, especialmente la intensidad de la luz y la temperatura.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización

El ensayo de campo se realizó en la finca San Luis, ubicada en el municipio de La Calera, vereda de San Cayetano, a una altitud de 2550 m.s.n.m, con una temperatura promedio anual de 9,2°C, una precipitación promedio anual de 832,05 mm. y con una humedad relativa anual del 88% (CAR, 1982).

Según la clasificación de Holdridge la zona pertenece a la formación vegetal bosque-seco-montano-bajo (bs-MB).

El ensayo se efectuó durante el primer semestre de 1985.

Las características físico-químicas del suelo según análisis realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, se indican en la Tabla 1. El análisis de suelo dió como resultado buena disponibilidad de los cationes de calcio, magnesio y sodio. El potasio se halló en un nivel medio. El nitrógeno se halló bajo y el fósforo muy bajo; esto de acuerdo con los rangos especificados en las Tablas de disponibilidad de elementos (Guerreiro, 1981). Se efectuó una fertilización de establecimiento en la cual se utilizó urea, superfosfato triple y cloruro de potasio en dosis de 75, 150 y 25 kg/ha respectivamente.

TABLA 1. Características físico-químicas del suelo correspondiente al lote del ensayo. San Cayetano. 1985A.

Características	Clasificación
Textura	Franco arcilloso arenoso
pH 1:1 (Suelo:agua)	6.9
Materia orgánica (%)	4.0
Fósforo asimilable (ppm)	15.1
CIC (meq./100 ml)	13.0
Bases cambiables (meq./100 ml)	
Calcio	23.0
Magnesio	5.0
Potasio	0.35
Sodio	0.05
Aluminio de cambio (meq/100 ml)	---

3.1.2. Variedad:

La variedad utilizada en el ensayo fue la ICA-Cajicá, obtenida en el centro experimental ICA-Tibaitatá.

Esta variedad tiene un rango de adaptación de los 2200 hasta los 3100 m.s.n.m, con un período vegetativo de 155 días, una altura promedio de 1.5 m, de porte erecto, buena capacidad de macollamiento y resistente al volcamiento.

También es resistente a la roya del tallo (Puccinia graminis avenae), como a la roya de la hoja (Puccinia coronata avenae) y a la enfermedad virosa hoja roja. Acosemillas (1982).

3.2. Métodos:

3.2.1. Tratamientos:

Se evaluaron tres distancias de siembra (d_1 : 0,15 m, d_2 : 0,30 m, d_3 : 0,45 m) combinadas con tres densidades de siembra (D_1 : 30 kg/ha, D_2 : 50 kg/ha, D_3 : 70 kg/ha). Los tratamientos evaluados se indican en la Tabla 2.

TABLA 2. Descripción de tratamientos, distancias y densidades de siembra en avena (Avena sativa L.) variedad ICA-Cajicá.

Tratamiento	Distancia (cm)	Densidad (kg/ha)
1	15	70
2	15	50
3	15	30
4	30	50
5	30	30
6	30	70
7	45	50
8	45	70
9	45	30

3.2.2. Diseño Experimental:

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, con dos replicaciones. En las parcelas principales se distribuyeron al azar las distancias de siembra y en las subparcelas las densidades de siembra aleatorizadas.

Cada subparcela de la parcela experimental fue de $16,5 \text{ m}^2$ (3 m X 5.5 m). Estas constaron de un número variable de surcos de acuerdo a la distancia de siembra. Para la distancia de 0.15 m: 20 surcos, para la distancia de 0.30 m: 10 surcos y para la distancia de 0.45 m: 6 surcos. Cada surco tuvo una longitud de 5,5 m, aunque la longitud real a muestrear fue de 4,5 m debido a que se dejó un metro cuadrado para evaluar rendimientos al final del ensayo.

El área total de la parcela principal fue de $49,5 \text{ m}^2$ y el área total del ensayo incluyendo calles fue de 654 m^2 .

3.2.3. Prácticas Culturales:

El lote en que se realizó el ensayo se hallaba establecido con una pradera de kikuyo, motivo por el cual se efectuaron pases periódicos de arado, con el fin de recoger y arrumar

los cespedones para que el sol los secase y luego fueran desalojados del lote. La labor posterior consistió en efectuar varios pases cruzados de rastrillo para luego realizar el trazado del diseño experimental. La siembra se ejecutó manualmente, a una profundidad de 2 a 2,5 cm. Inmediatamente después de que se tapó la semilla, se fertilizaron los surcos en bandas, con urea, superfosfato triple y cloruro de potasio. Posteriormente se aplicó un riego de germinación. A los 10 días después de la emergencia se efectuó un desyerbe manual.

Un áfido, vector del virus de hoja roja, fue controlado naturalmente, por el tiempo de invierno que se dió; paralelo a esto, se presentó roya foliar (Puccinia coronata avenae), la cual inicialmente se manejó erradicando las plantas enfermas, localizadas en la primera replicación. Con esta práctica se obtuvo un control parcial de la infestación, motivo por el cual se utilizó un fungicida protectante (dithane m-45) en la dosis de 1,5 lt/ha con su respectivo adherente (tritón ac).

3.2.4. Registro de datos:

El registro de datos para las tres distancias y tres densidades de siembra se inició a partir de la emergencia de las

plantas, el día 20 de marzo de 1985, efectuándose muestreos destructivos cada ocho días, hasta el estado de grano de leche. Todos los datos se tomaron en cuatro plantas uniformes de cada subparcela, las cuales se eligieron al azar, muestreando aquellas localizadas en la parte central del surco, para evitar efectos de borde. Los datos de las plantas muestreadas por subparcela fueron promediados a una sola planta.

3.3. Parámetros determinados:

3.3.1. Peso seco de la planta:

Para la determinación del peso seco, se colocaron las plantas muestreadas en bolsas de papel debidamente marcadas con la respectiva distancia, densidad y replicación. Posteriormente fueron llevadas a una estufa donde permanecieron 48 horas a 60° C, para luego tomarles el peso seco en gramos.

3.3.2. Área foliar:

La superficie foliar se cuantificó en base al método del sacabocados, que establece las relaciones entre pesos y áreas. Para ello se utilizó un sacabocados con el cual se obtuvieron superficies foliares de área en peso fresco equivalentes a

0.5 cm², y luego se establecieron las relaciones de peso entre el área foliar conocida y el peso fresco de todas las hojas de la planta.

3.3.3. Área foliar de la hoja bandera:

Se procedió como en el caso del área foliar, teniendo en cuenta que las relaciones citadas anteriormente fueron exclusivas para la hoja bandera. La metodología utilizada consistió en escoger la macolla más desarrollada por planta y de ésta su respectiva hoja bandera.

3.3.4. Mediciones lineales de la hoja bandera:

En el primer mes después de la siembra, cuando emergió la hoja prebandera y posteriormente la bandera, se tomaron las mediciones lineales de ésta hoja, midiendo la longitud de la hoja desde el ápice hasta el sitio de unión de ésta con el tallo y tomando el ancho en la sección más amplia de la hoja.

3.3.5. Número de hojas:

En cada una de las plantas tomadas en el respectivo muestreo se contó el número de hojas fotosintéticamente activas, tanto del tallo principal como de las macollas presentes.

3.3.6. Número de macollas:

En cada planta muestreada se contó el número de macollas efectivas y no efectivas, a través de un registro semanal.

3.3.7. Altura de la planta:

Este parámetro se midió en centímetros, a partir de la base del tallo hasta el ápice de la hoja de mayor altura.

3.3.8. Area de suelo:

Se calculó en base a la proyección del follaje de la planta sobre el suelo, tomando sus medidas lineales (largo y ancho). Esta variable se expresó en cm^2 .

3.3.9. Producción de forraje verde:

Este parámetro se evaluó al final del ensayo, muestreando en cada subparcela un m^2 de área reservada para tal fin, luego se pesó la muestra y se expresó en tn/ha .

3.3.10. Porcentaje de materia seca

De la muestra anterior se tomo una submuestra de 0,5 kg que se llevó a la estufa durante 48 horas a 60°C, luego se determinó el porcentaje de humedad y se le resto a 100 para obtener el porcentaje de materia seca.

3.3.11. Producción de materia seca

El cálculo de la producción de materia seca se realizó multiplicando la producción de forraje verde por el porcentaje de materia seca.

3.3.12. Cálculo de los índices de crecimiento

Los diferentes índices de crecimiento fueron calculados mediante las fórmulas matemáticas enunciadas por Watson (1952), Radford (1967) y Hunt (1978).

$$TCR = \frac{1}{W} \times \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$

Donde: W = Peso seco inicial

W_2 = Diferencia de peso seco entre dos muestreos consecutivos

$T_2 - T_1$ = Diferencia de tiempo entre dos muestreos consecutivos

$$TAN = \frac{W_2 - W_1}{AF_2 - AF_1} \times \frac{\ln AF_2 - \ln AF_1}{T_2 - T_1}$$

Donde: $AF_2 - AF_1$ = Diferencia de área foliar entre dos muestreos consecutivos

\ln = Logaritmo natural

$$RAF = \frac{AF_1 / W_1 - AF_2 / W_2}{2}$$

$$TCC = \frac{1}{P} \times \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$

Donde: P = Area de suelo

$$IAF = \frac{AF_2 - AF_1}{P}$$

3.4. Análisis estadístico:

Para cada una de las variables de respuesta estudiadas, según el diseño experimental de parcelas divididas, se realizó el análisis de varianza para cada lectura, efectuando en cada caso la prueba de comparación múltiple de Duncan. También se efectuaron las pruebas de homogeneidad de varianzas (prueba de Bartlett) las cuales dieron no homogéneas para todas las variables, razón por la cual no se utilizó el análisis combinado.

El grado de asociación entre los diferentes índices y variables de crecimiento, se realizó por medio de el análisis de correlación lineal simple.

Con los datos registrados para cada distancia y densidad de siembra, se calculó la relación matemática existente entre el parámetro medido y el tiempo, utilizando el análisis de regresión.

Para determinar el coeficiente del área foliar de la hoja bandera, se realizó análisis de regresión, empleando el modelo matemático doble logarítmico (Mckee, 1964), como se indica a continuación:

$$AFB = (L \times A)^{\mathcal{J}}$$

$$\text{Ln}AFB = \mathcal{J} \text{Ln} (L \times A)$$

Donde: AFB = Area foliar de la hoja bandera estimada por el método del sacabocados.

L X A = Medidas lineales de la hoja bandera

\mathcal{J} = Coeficiente del área foliar

Ln = Logaritmo natural.

Los análisis estadísticos fueron realizados en el Centro de Cálculo Electrónico de la Universidad Nacional de Colombia, utilizando el sistema SAS (Statistical Analysis Sistem).

BIBLIOTECA NACIONAL DE COLOMBIA

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Parámetros determinados

4.1.1. Area foliar:

La Figura 1 muestra el comportamiento promedio del área foliar por planta de los tratamientos a través del tiempo. El modelo escogido se ajusta a una ecuación de tipo cuadrático.

El área foliar por planta a partir del primer muestreo hasta el día 67 presentó incrementos similares por días después de la emergencia en su tasa de crecimiento, luego continuó creciendo pero a una tasa menor, alcanzando la máxima área foliar por planta el día 81 (687 cm²/planta).

El incremento continuo obtenido en el área foliar por planta a través del tiempo es favorable para el crecimiento, en el sentido de que la base fisiológica para una alta acumulación de materia seca está en conseguir un desarrollo rápido y grande del área foliar, con el fin de obtener el máximo aprovechamiento de la radiación solar (López y Alvarado, 1976).

El análisis de varianza (Tabla 1A) para el área foliar

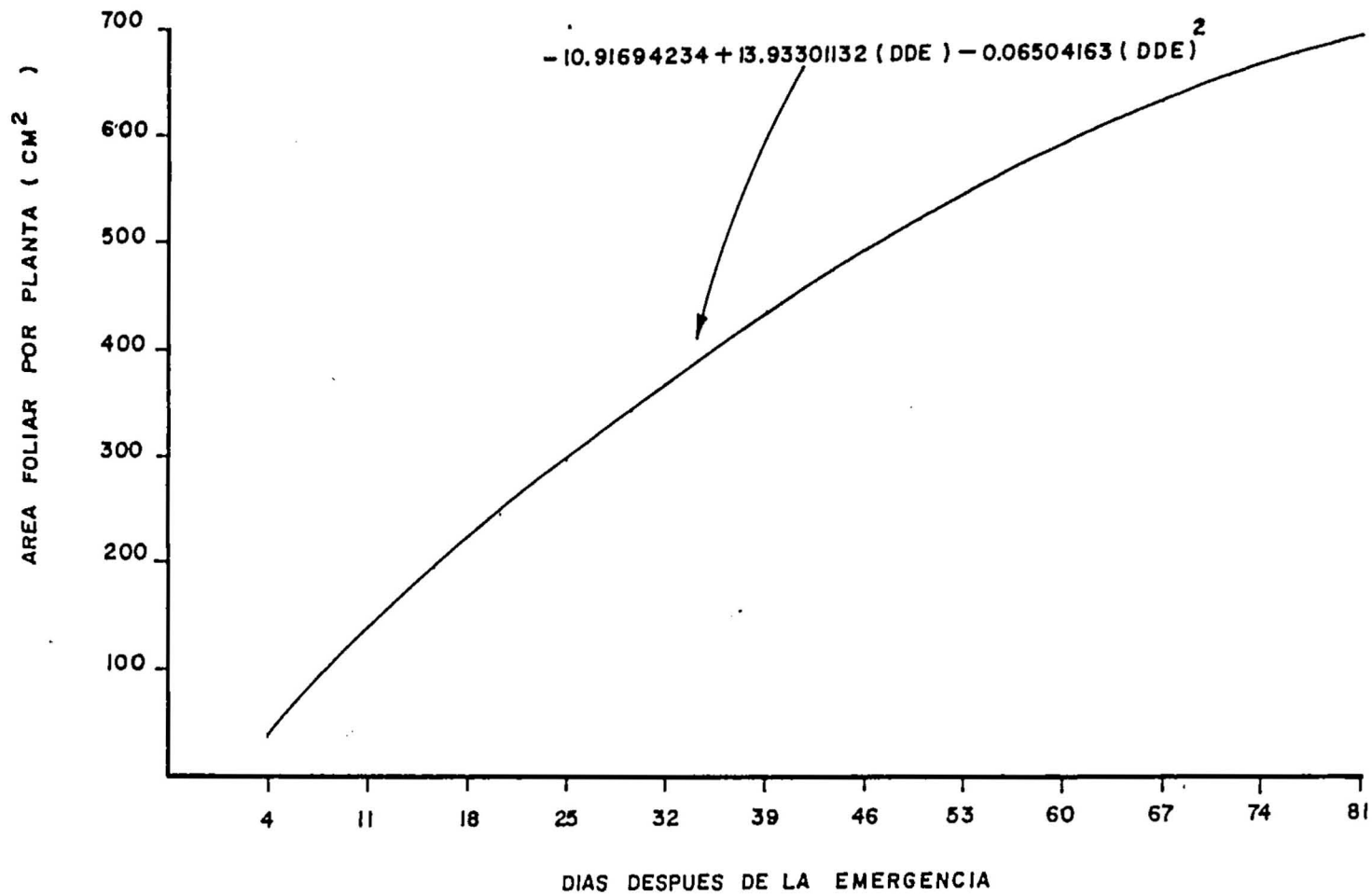


Figura 1 COMPORTAMIENTO DEL AREA FOLIAR POR PLANTA. EN CM² / DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA .

por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en los días 4, 18, 46, 60 y altamente significativas en el día 53. Entre las diferentes densidades de siembra no se presentaron diferencias significativas en ninguno de los muestreos realizados, mientras que para la interacción distancia por densidad ocurrieron en los días 11 y 46.

La prueba de Duncan (Tabla 1A) para el área foliar por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en los días 4, 19, 46, 53 y 60 después de la emergencia, en los cuales el área foliar por planta en la menor distancia, (15 cm) difirió estadísticamente de las otras dos distancias de siembra y además presentó en esos días los promedios numéricos más altos. Entre las diferentes densidades de siembra se presentaron diferencias significativas en los días 25, 32 y 53, en los cuales el área foliar por planta en la mayor densidad (70 kg/ha) difirió estadísticamente de las otras densidades y además presentó en esos días los promedios numéricos más altos.

Las diferencias estadísticas y numéricas que se presentaron inicialmente para el área foliar por planta entre las diferentes distancias y densidades de siembra son a la postre equilibradas al final del ensayo en donde se observa que no existen diferencias estadísticas. Es decir que cualquiera de las

densidades y distancias de siembra presentaron un comportamiento similar con relación al crecimiento del área foliar por planta a través del tiempo.

Los resultados obtenidos contrastaron con lo reportado para esta misma variable por Lyons y Sánchez (1983), quienes trabajaron con cebada y obtuvieron que el mejor comportamiento correspondió a la menor densidad de siembra trabajada (30 kg/ha). Quizás esto se puede explicar en base a las características genéticas propias de cada especie.

4.1.2. Peso seco

La Figura 2 muestra el comportamiento promedio del peso seco por planta de los tratamientos a través del tiempo. El modelo escogido se ajusta a una ecuación de tipo cuadrático descrita por Sivakumar y Shaw (1978) durante un ciclo de crecimiento vegetativo.

Se observa que el incremento en peso seco es muy lento en las etapas iniciales del crecimiento, a partir del día 46 la ganancia en peso seco se hace bastante rápida hasta el día 81 en que alcanzó su máximo valor (24 gr/planta).

El comportamiento sigmoideo del peso seco total por planta que

destacan Jorgensen y Malaver (1968), Steward (1969), Rojas, (1972) y Leopold y Kriedemann (1975) se confirman con los resultados obtenidos para las dos primeras partes o fases descritas en la cinética del crecimiento, debido a que únicamente se analizó el período vegetativo del crecimiento.

El análisis de varianza (Tabla 2A) para el peso seco por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en los días 18, 25 y 60 después de la emergencia. Entre las densidades de siembra se presentaron diferencias significativas únicamente en el día 46, lo que ocurrió igualmente con la interacción distancia por densidad de siembra.

La prueba de Duncan (Tabla 2A) para el peso seco por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en los días 4, 18, 25 y 60 después de la emergencia, en los cuales el peso seco por planta en la menor distancia (15 cm) difirió estadísticamente de la siguiente manera: para el día 4 difirió de la distancia de 45 cm, para el día 18 y 25 difirió de las otras dos distancias de siembra y para el día 60 difirió de la distancia de 30 cm, además presentó en esos días los promedios numéricos más altos. Entre las diferentes densidades de siembra se presentaron diferencias significativas en los días 46 y 53, en los cuales el peso seco por planta en la mayor densidad (70 kg/ha) difirió esta-

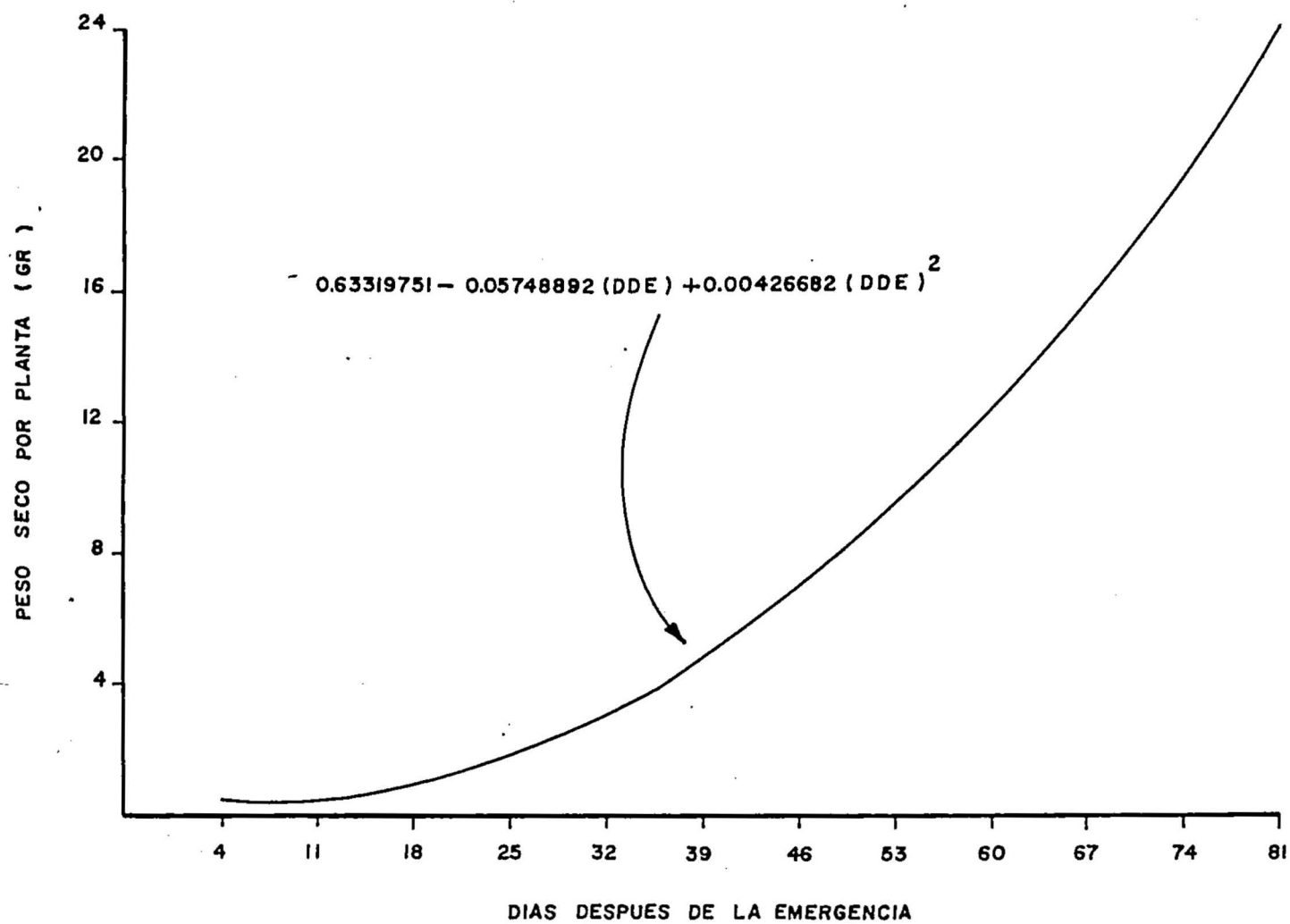


Figura 2 . COMPORTAMIENTO DEL PESO SECO POR PLANTA EN GR. / DIAS DESPUES DE
 LA EMERGENCIA BIBLIOTECA AGROPECUARIA
 DE COLOMBIA

distintamente de la densidad de 50 kg/ha y además presentó en esos días los promedios numéricos más altos.

Nuevamente las diferencias estadísticas reportadas son equilibradas al final del ensayo en donde se observa que no existen diferencias estadísticas para ninguna de las distancias y densidades de siembra analizadas. Es decir que todas las distancias y densidades presentaron un comportamiento similar con respecto al incremento en peso seco por planta a través del tiempo.

Igualmente Lyons y Sánchez (1983) reportaron que el mejor comportamiento para esta variable correspondió a la densidad de siembra menor (30 kg/ha), lo cual guarda estrecha relación con lo hallado para el área foliar por planta.

4.1.3. Índice de área foliar

El diagrama del IAF basado en los datos originales (Figura 3) muestra el comportamiento promedio del índice de área foliar de los tratamientos a través del tiempo.

El incremento de este índice es progresivo y rápido hasta el día 39, en el cual alcanzó su máximo valor (1.12), es decir

su IAF óptimo, que expresa la mayor eficiencia fotosintética. En otras palabras nos dice que áreas adicionales serán inútiles para el cultivo, ya que el valor de la pérdida respiratoria de las hojas inferiores será igual a la ganancia fotosintética de las hojas superiores.

A partir del día 39 el IAF presentó una tendencia a disminuir, presentando un comportamiento irregular en los dos últimos muestreos, en que se vuelven a incrementar los valores del IAF, lo cual puede atribuirse a los errores experimentales ocurridos. Esas fluctuaciones se obviarían si se hiciera un ajuste mediante un modelo de regresión y quizás el valor del IAF óptimo podría desplazarse.

Watson (1952), señala que en los cereales el incremento del IAF durante las primeras etapas de crecimiento está asociado con la fase de macollamiento y que la declinación de este índice se debe a la senescencia y muerte de las hojas, la cual se da en forma secuencial desde la base de la planta hasta la zona apical, consideraciones que en términos generales concuerdan con los resultados obtenidos.

El máximo valor del IAF alcanzado no significa que sea el óptimo para el análisis de crecimiento, debido a que al llegar

INDICE DE AREA FOLIAR I A F

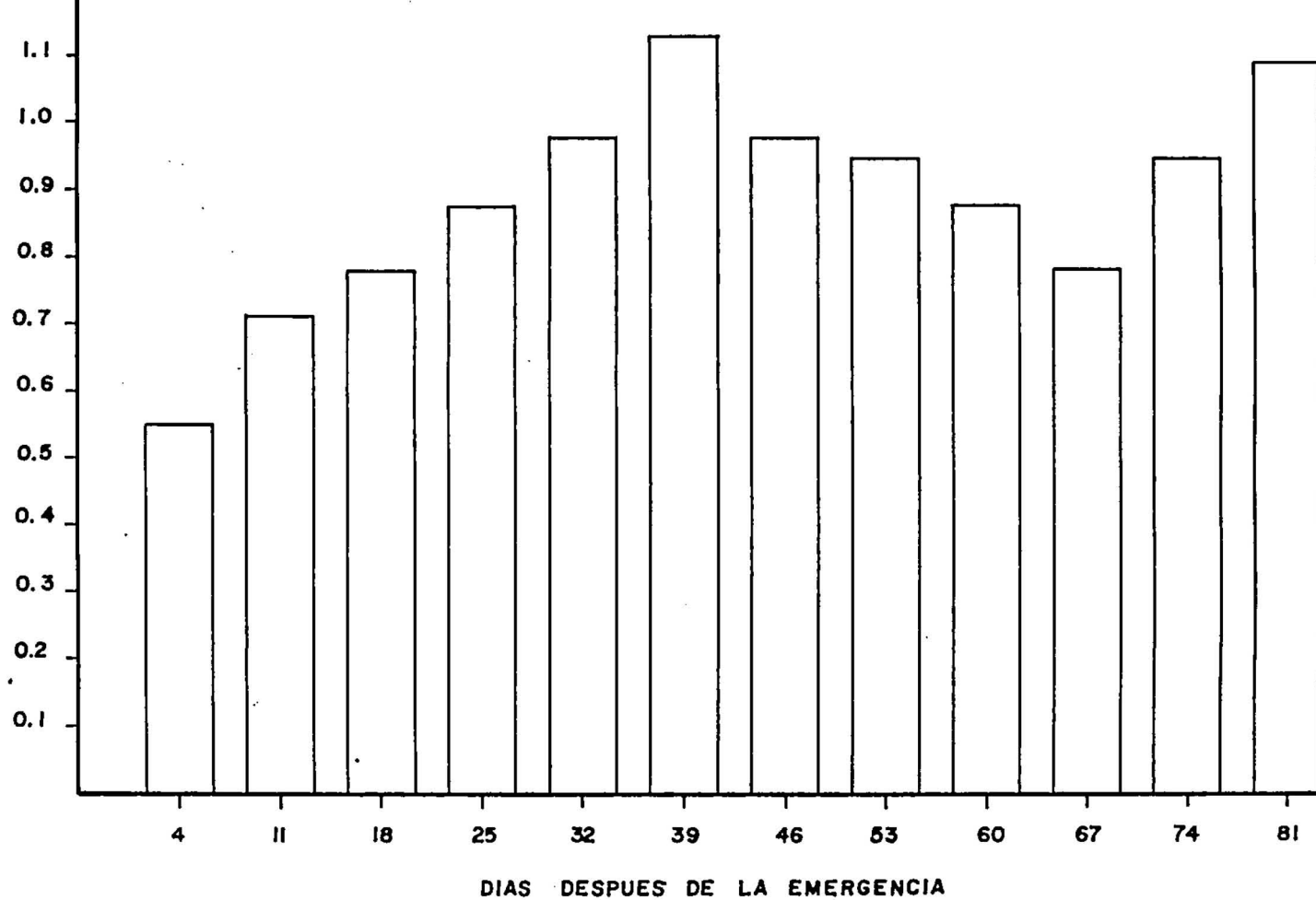


Figura 3

COMPORTAMIENTO DEL INDICE DE AREA FOLIAR (IAF) / DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.

a un determinado valor, el exceso de follaje en lugar de ser favorable para el crecimiento, se convierte en algo desfavorable puesto que el autosombreamiento inhabilita a muchas hojas para la fotosíntesis. (López y Alvarado, 1977).

El análisis de varianza (Tabla 3A) para el índice de área foliar por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra únicamente en el día 74, mientras que para la densidad y la interacción distancia por densidad no se presentaron.

La prueba de Duncan (Tabla 3A) para el índice de área foliar por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra únicamente en el día 74 en donde el IAF por planta en la mayor distancia (45 cm) difirió estadísticamente y numéricamente con respecto a las otras distancias. Entre las diferentes densidades de siembra únicamente se presentaron diferencias significativas en el día 25 en donde la mayor densidad (70 kg/ha) difirió estadística y numéricamente de las otras dos densidades.

Al final del ensayo las diferentes densidades y distancias de siembra presentaron un comportamiento similar con respecto al índice de área foliar.

Lyons y Sánchez (1983) obtuvieron con la mayor densidad (90 kg/ha) el mejor comportamiento con respecto a este índice.

4.1.4. Tasa de asimilación neta

El diagrama del TAN basado en los datos originales (Figura 4) muestra el comportamiento promedio de la tasa de asimilación neta de los tratamientos a través del tiempo.

Se observa un valor relativamente alto de este índice en el día 11 (0.001 gr/cm²/días después de la emergencia), luego descendió en el día 25 y fluctúa irregularmente, descendiendo drásticamente en el día 53. Luego asciende vertiginosamente alcanzando su máximo valor en el día 67 (0.0013 gr/cm²/días después de la emergencia) y finalmente descendió al final del ensayo.

Las anteriores variaciones tienen su explicación en la influencia de los factores ambientales, especialmente la intensidad de la luz y la temperatura, los cuales pudieron causar cambios en la actividad respiratoria y en la tasa de fotosíntesis de las hojas, consideraciones señaladas por Watson (1952) y Leopold y Kriedemann (1975) como las causantes de las variaciones periódicas del TAN.

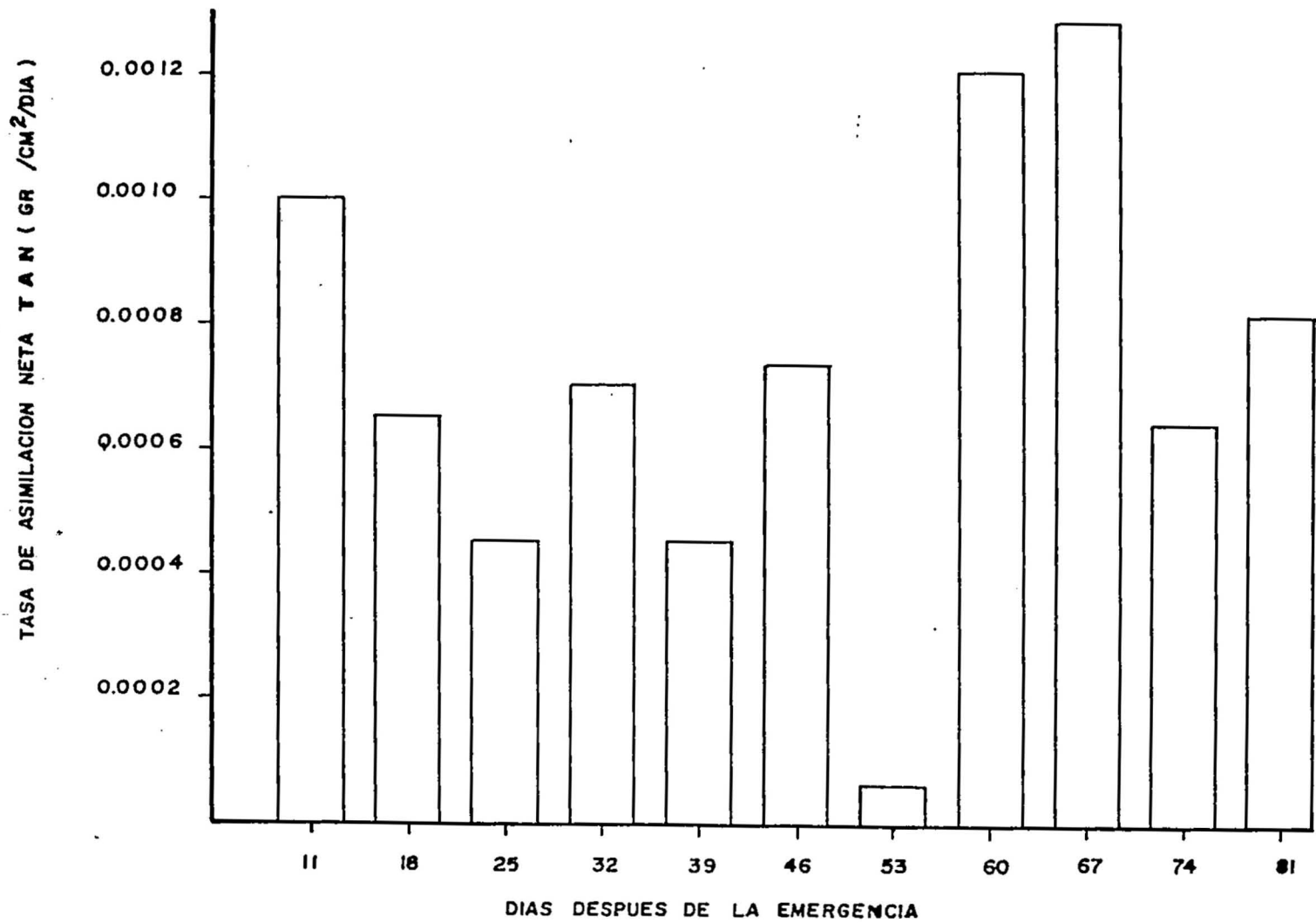


Figura 4 COMPORTAMIENTO DE LA TASA DE ASIMILACION NETA (TAN) EN $\text{GR}/\text{CM}^2/\text{DIAS}$ DESPUES DE LA EMERGENCIA

La disminución en el valor del TAN ocurrida entre los días 18 y 39 después de la emergencia se atribuye al proceso de macollamiento, lo cual concuerda con Orozco (1981).

El drástico descenso que ocurrió en el día 53 se puede atribuir posiblemente a la baja intensidad lumínica, producto de las altas lluvias.

El incremento a partir del día 67 coincide con el trabajo realizado por Orozco (1981) y corroborado por Corchuelo (1979), quienes señalan, que el incremento del TAN en esos días está asociado a la emergencia de la espiga y su respuesta a la fotosíntesis. Además, esta situación se explica en base al aumento de la actividad fotosintética de la hoja bandera.

Resultados similares en las curvas de TAN fueron encontrados por López y Alvarado (1977), Sabogal y Caquimbo (1982) y Koller et al. (1970). Ellos observaron que el TAN disminuía más o menos hasta la mitad del ciclo vegetativo y posteriormente aumentaba.

El análisis de varianza (Tabla 4A) para la tasa de asimilación neta por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en los días 67 y 74 después de la emergencia. Entre las densidades de siembra estas diferencias

ocurrieron en los días 32 y 74 mientras que para la interacción distancia por densidad únicamente se presentaron en el día 74.

La prueba de Duncan (Tabla 4A) para la tasa de asimilación neta por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en el día 67, en donde la distancia de 30 cm difirió estadísticamente de las otras dos distancias y en el día 74 en donde la distancia de 45 cm difirió también de las otras distancias. Entre las diferentes densidades de siembra se presentaron diferencias significativas en los días 18 y 74 en donde la mayor densidad (70 kg/ha) difirió estadísticamente de la densidad de 30 kg/ha.

Como se observa de la tabla, al final del ensayo todas las distancias y densidades de siembra no difirieron estadísticamente, es decir que presentaron un comportamiento similar con respecto al TAN.

Lyons y Sánchez (1983) obtuvieron con la densidad intermedia (60 kg/ha) el comportamiento más inferior con respecto a este índice de crecimiento.

4.1.5. Tasa de crecimiento del cultivo

El diagrama del TCC basado en los datos originales (Figura 5)

muestra el comportamiento promedio de la tasa de crecimiento del cultivo de los tratamientos a través del tiempo.

Se observa que el valor más alto para este índice se alcanzó en el día 11 ($0.00218 \text{ gr/cm}^2/\text{días}$ después de la emergencia), luego descendió abruptamente en el día 18 y continuó fluctuando para descender en el día 53, obteniéndose el valor más bajo ($0.0002 \text{ gr/cm}^2/\text{días}$ después de la emergencia), repuntando en el día 60 con el segundo pico más alto ($0.0011 \text{ gr/cm}^2/\text{días}$ después de la emergencia) para finalmente descender.

En las etapas iniciales después de la emergencia se consiguió el mayor valor para la tasa de producción de materia orgánica, debido a la alta tasa de fotosíntesis incidente y requerida para la formación de los órganos y tejidos de la planta.

El descenso ocurrido después del día 11 se explica debido al período de macollamiento, lo cual concuerda con Orozco (1981), por lo tanto es una fase de crecimiento lento, seguida por una acumulación diaria en ascenso, necesaria para la elongación del tallo y durante la fase de antesis, para luego descender, debido posiblemente a la alta tasa de respiración de las hojas bajas producto del autosombreamiento de los estratos superiores del follaje.

BIBLIOTECA DE INVESTIGACIONES

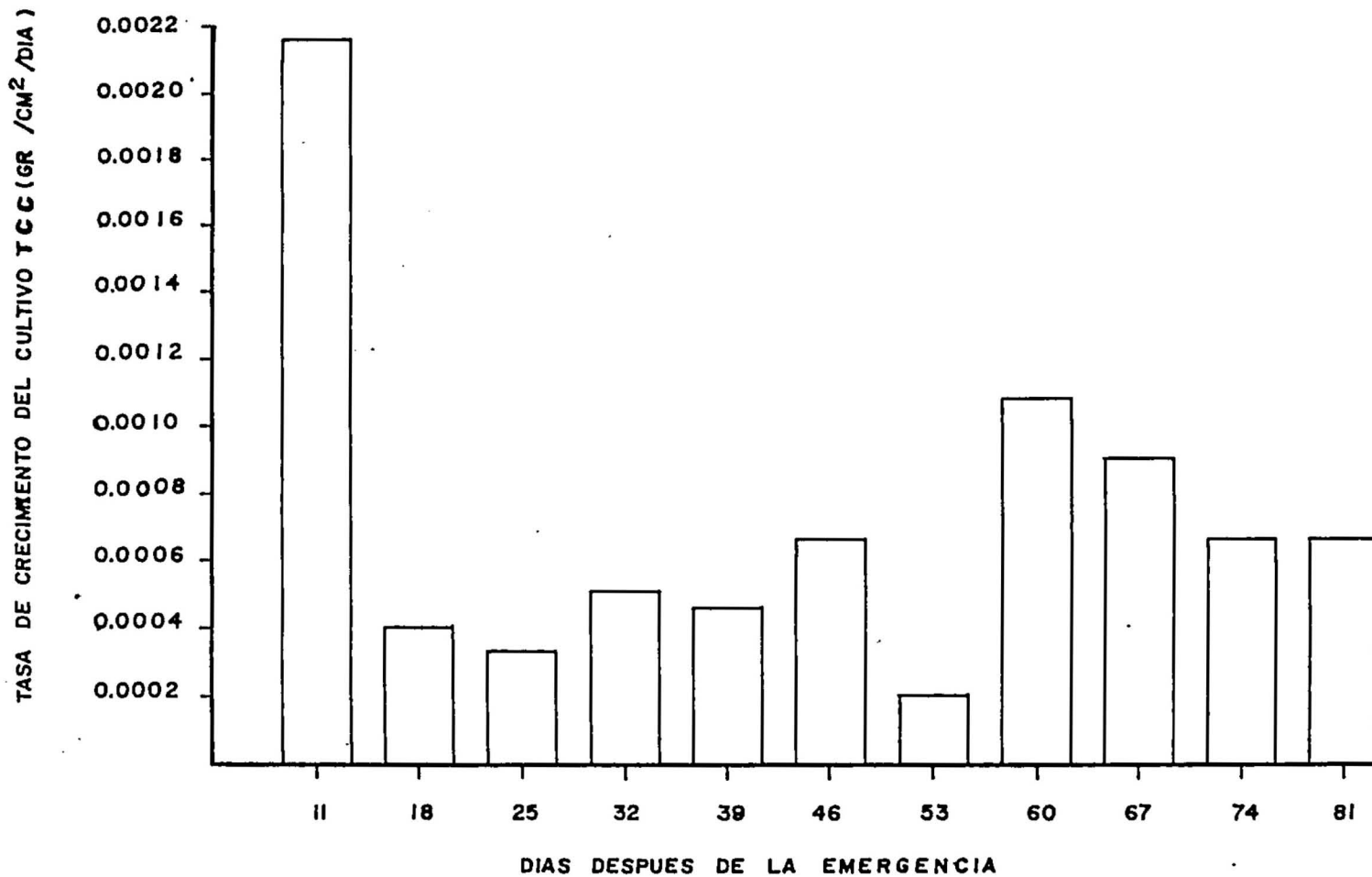


Figura 5 COMPORTAMIENTO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO (TCC) EN GR /CM² /DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA

El descenso brusco ocurrido en el día 53 se debió a la baja intensidad lumínica y a la baja temperatura.

El análisis de varianza (Tabla 5A) para la tasa de crecimiento del cultivo no presentó diferencias significativas en ninguno de los días después de la emergencia para las diferentes distancias y densidades de siembra analizadas, mientras que para la interacción distancia por densidad únicamente se presentaron diferencias altamente significativas en el día 81.

La prueba de Duncan (Tabla 5A) para la tasa de crecimiento del cultivo presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en el día 60, en donde la distancia de 30 cm difirió estadísticamente de la distancia de 15 cm y en el día 67 en donde la distancia de 15 cm y la de 45 difirieron estadística y numéricamente de la distancia de 30 cm. Entre las diferentes densidades de siembra no se presentaron diferencias significativas para ninguno de los muestreos realizados.

Nuevamente no existen diferencias significativas al finalizar el ensayo para las distancias y densidades de siembra analizadas.

Lyons y Sánchez (1983) obtuvieron con la mayor densidad (90 kg/ha) el mejor comportamiento con respecto a este índice de crecimiento.

4.1.6. Tasa de crecimiento relativo

El diagrama de TCR basado en los datos originales (Figura 6) muestra el comportamiento promedio de la tasa de crecimiento relativo de los tratamientos a través del tiempo.

Se observa que sus valores más altos se obtuvieron en los días iniciales de la emergencia, alcanzando su mayor valor en el día 18 (0.118 gr/.gr./días después de la emergencia), luego descendió en el día 25 y posteriormente ascendió en el día 32, de ahí en adelante la tendencia es a bajar con fluctuaciones suaves, excepto en el día 53 en donde descendió drásticamente, luego alcanzó valores del orden de (0.062 gr/ gr/días después de la emergencia) en el día 60 y terminó al final del ensayo con valores bajos (0.025 gr/gr /días después de la emergencia).

Las variaciones registradas se pueden explicar en forma análoga a las ocurridas en el TAN, ya que estos índices de crecimiento dependen de la fotosíntesis y de la respiración (Sivakumar y Shaw, 1978) que están en función de los factores ambientales.

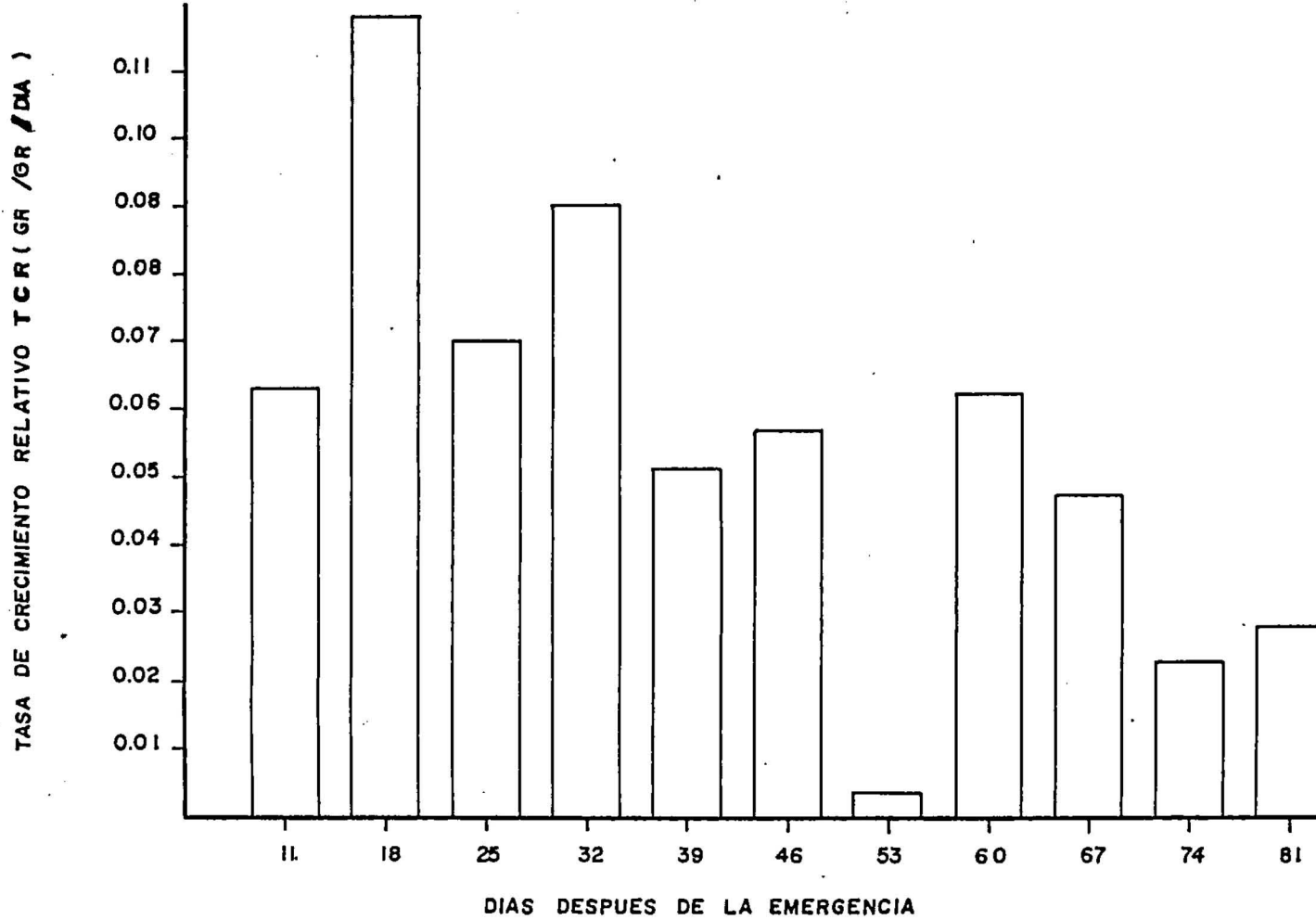


Figura 6 COMPORTAMIENTO DE LA TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO (TCR) EN GR /GR
 / DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA

Los altos valores registrados en los días posteriores a la emergencia se explican en base a la alta tasa de fotosíntesis que es aprovechada por la planta para incrementar volumen en todas sus partes y estructuras, primordialmente en las hojas que nos van a dar la distribución de asimilados a través del tiempo y por ende su tasa de crecimiento.

Estos valores altos al principio de la emergencia concuerdan con Orozoco (1981), y el nuevo incremento ocurrido en el día 60 también coincide con este autor y corroborado por Corchuelo (1979), quienes señalan que este incremento está asociado a la emergencia de la espiga y su respuesta a la fotosíntesis. El nuevo descenso se atribuye posiblemente a los procesos de competencia, senescencia y altas tasas de respiración.

El análisis de varianza (Tabla 6A) para la tasa de crecimiento relativo por planta presentó únicamente diferencias altamente significativas entre las distancias de siembra en el día 67, mientras que para densidad y la interacción distancia por densidad no se presentaron diferencias en ninguna de las fechas.

La prueba de Duncan (Tabla 6A) para la tasa de crecimiento relativo por planta presentó diferencias significativas el día

67, en donde la distancia de 15 y 30 cm difirieron estadísticamente de la distancia de 45 cm y también en el día 74, en donde la distancia de 45 cm difirió estadísticamente de las otras dos distancias. Entre las diferentes densidades de siembra solo se presentaron diferencias significativas en el día 32 en donde la mayor densidad (70 kg/ha) difirió estadística y numéricamente de la menor densidad (30 kg/ha).

Los resultados obtenidos de nuevo evidencian que el comportamiento de las diferentes distancias y densidades de siembra fue muy similar con respecto a este índice de crecimiento.

4.1.7. Relación de área foliar

El diagrama del RAF basado en los datos originales (Figura 7) muestra el comportamiento promedio de la relación de área foliar por planta de los tratamientos a través del tiempo.

Se observa que sus valores más altos se obtuvieron en los días iniciales después de la emergencia, alcanzando su máximo valor en el día 4 ($515 \text{ cm}^2/\text{gr}$), a partir de este día va declinando paulatinamente con el tiempo. Se observa que a partir del día 60 los valores de este índice se hicieron estables ($60 \text{ cm}^2/\text{gr}$).

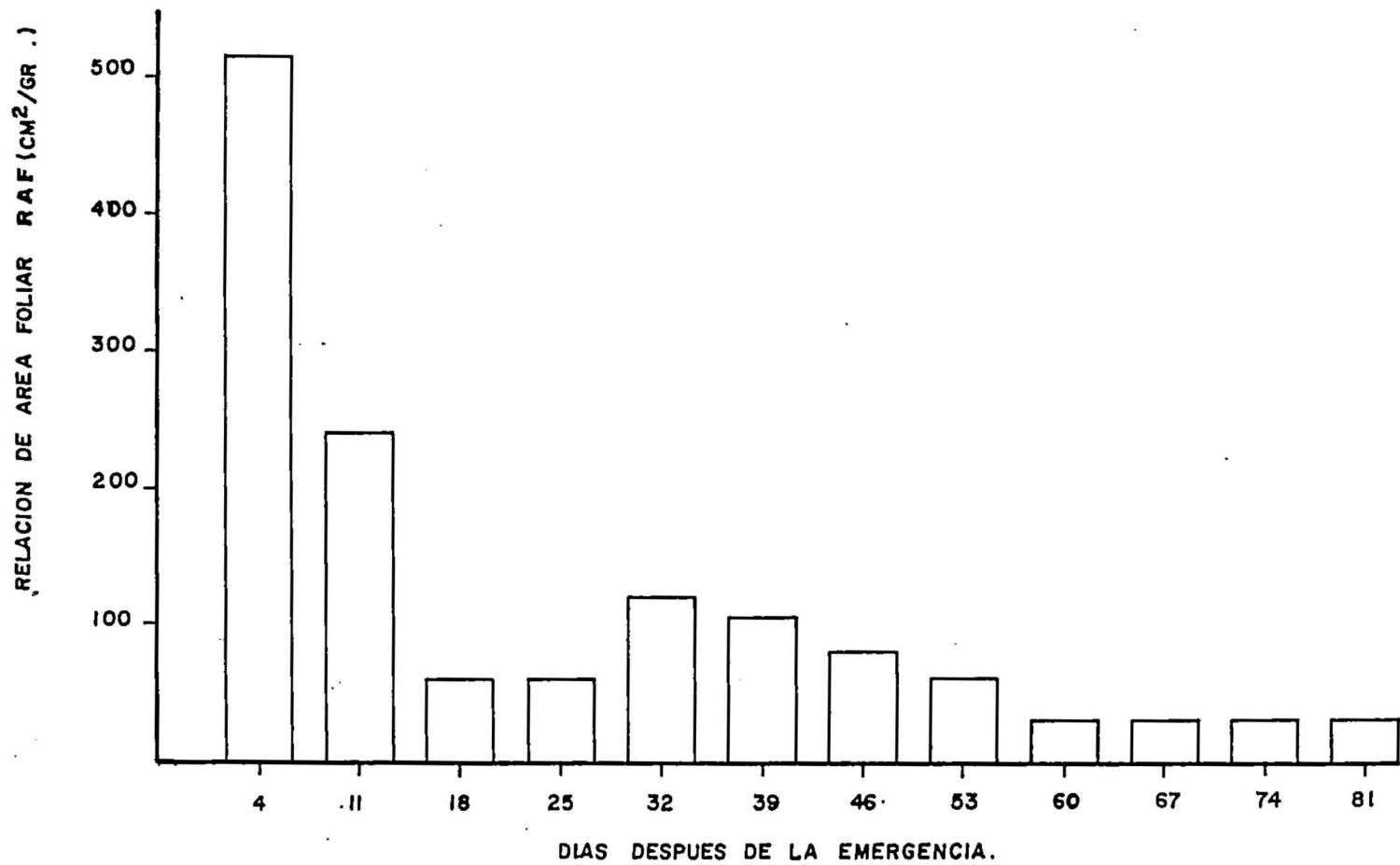


Figura 7 COMPORTAMIENTO DE LA RELACION DE AREA FOLIAR (RAF) EN CM^2/GR / DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA

Estos valores altos obtenidos en los días iniciales a la emergencia son fundamentales y decisivos en la relación área-peso que expresa este índice. Los resultados alcanzados concuerdan con lo hallado por Orozco (1981) y Medina (1977) quienes obtuvieron valores altos para este índice al principio y luego con el tiempo declinaron.

El análisis de varianza (Tabla 7A) para la relación de área foliar por planta únicamente presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en el día 67, mientras que para la densidad y la interacción distancia por densidad no se presentaron.

La prueba de Duncan (Tabla 7A) para la relación de área foliar por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra tan solo en el día 67, en donde las distancias de 45 y 30 cm difirieron estadística y numéricamente de la distancia de 15 . Entre las diferentes densidades de siembra se presentaron diferencias significativas tan solo en el día 32, en donde las densidades de 30 y 50 kg/ha difirieron estadística y numéricamente de la mayor densidad (70 kg/ha).

Es bastante claro de acuerdo a los resultados obtenidos, que

ninguna distancia y densidad de siembra analizada repercutió favorablemente en el comportamiento de éste índice.

4.1.8. Altura de planta

La Figura 8 muestra el comportamiento promedio de la altura de planta de los tratamientos a través del tiempo. El modelo escogido se ajusta a una ecuación de tipo cuadrático.

Se observa que el incremento de esta variable es progresivo con el tiempo, alcanzando su mayor altura el día 81 después de la emergencia (117 cm/planta). Los resultados obtenidos concuerdan con lo hallado por Iguá y Ramos (1984) quienes trabajaron con avena y colza, y también obtuvieron el valor más alto para esta variable al finalizar el ensayo.

El análisis de varianza (Tabla 8A) para la altura de la planta no presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra, mientras que para las densidades se presentaron en los días 53 y 54 y para la interacción distancia por densidad en los días 39, 67 y 81.

La prueba de Duncan (Tabla 8A) para la altura de la planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra únicamente en el día 60, en donde la menor distancia

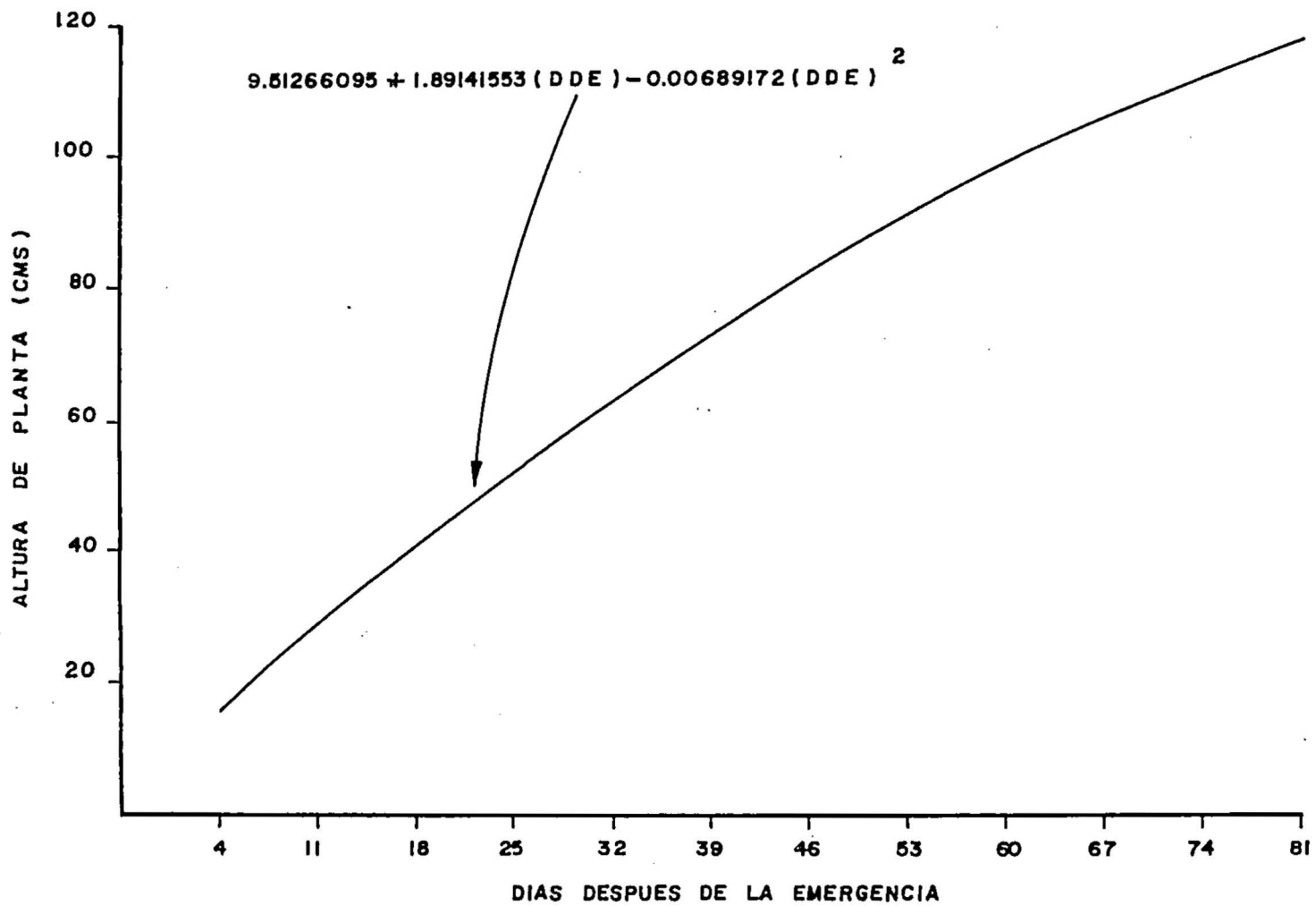


Figura 8 COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE PLANTA EN CMS.// DIAS DESPUES DE
LA EMERGENCIA

(15 cm) difirió estadísticamente de la distancia de 45 cm. Entre las diferentes densidades de siembra se presentaron diferencias significativas en el día 53, en donde las densidades de 30 y 70 kg/ha difirieron estadística y numéricamente de la densidad de 50 kg/ha y en el día 74, en donde la mayor densidad (70 kg/ha) difirió estadística y numéricamente de las otras densidades.

Se observa que las diferentes densidades y distancias de siembra presentaron un comportamiento similar con respecto a esta variable.

Al final del ensayo los promedios numéricos más altos correspondieron a las menores distancias asociadas a la mayor densidad. Esto ocurre como un proceso natural de la competencia entre plantas sembradas a distancias entre surcos muy poco espaciadas y con altas densidades de semilla, lo cual provoca una mayor elongación de los tallos, debido al proceso de etiolación.

4.1.9. Número de hojas

La Figura 9 muestra el comportamiento promedio del número de hojas por planta de los tratamientos a través del tiempo. El modelo escogido se ajusta a una ecuación de tipo cuadrático.

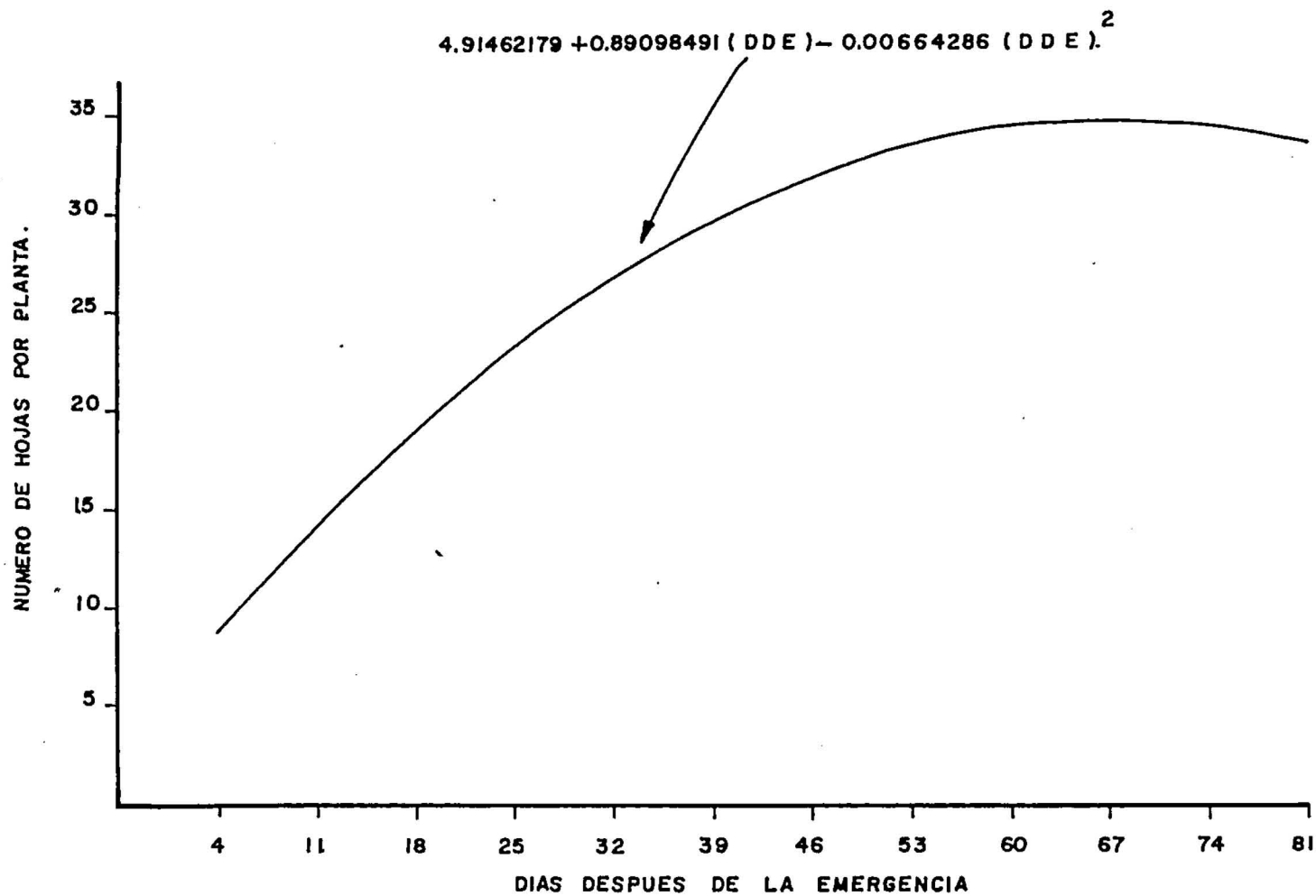


Figura 9 **COMPORTAMIENTO DEL NUMERO DE HOJAS POR PLANTA / DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA**

Se observa que el incremento en el número de hojas a través del tiempo se logra muy rápidamente hasta el día 46, a partir de esta fecha continúa aumentando hasta el día 60, pero a una tasa muy baja, luego se estabiliza la curva y antes del día 74 comienza a decrecer.

La rápida tasa de crecimiento del número de hojas hasta el día 46 es natural, debido a que estas son las que van a dar el crecimiento y desarrollo de la planta, luego se reduce su tasa debido a que los asimilados son aprovechados para la formación de la materia seca y por último decrece debido a los procesos de senescencia foliar, los cuales se manifiestan en el amarillamiento de las hojas, declinación de las vainas, mientras declina la actividad fotosintética de las hojas restantes (Scott y Dennis Jones, 1976).

El análisis de varianza (Tabla 9A) para el número de hojas por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en los días 11, 18, 25 y 46. Entre las diferentes densidades de siembra se presentaron en los días 25, 46 y 81 y para la interacción distancia por densidad en los días 25 y 46.

La prueba de Duncan (Tabla 9A) para el número de hojas por planta presentó diferencias significativas entre las distancias

de siembra en los días 11, 18 y 25, en donde la menor distancia (15 cm) difirió estadística y numéricamente de las otras distancias. Entre las diferentes densidades de siembra se presentaron diferencias significativas en el día 25, donde la mayor densidad difirió estadística y numéricamente de la densidad de 50 kg/ha, en los días 32 y 60, en donde la mayor densidad (70 kg/ha) difirió estadística y numéricamente de la menor densidad (30 kg/ha) y en el día 46, en donde la mayor densidad difirió estadística y numéricamente de las otras densidades.

Se observa al final del ensayo un equilibrio o comportamiento similar de las diferentes distancias y densidades en relación a la producción de hojas por planta.

4.1.10. Número de macollas

La Figura 10 muestra el comportamiento promedio del número de macollas por planta de los tratamientos a través del tiempo. El modelo escogido se ajusta a una ecuación de tipo cuadrático.

Se observa que el incremento de esta variable tuvo una tasa de crecimiento muy rápida hasta el día 46, luego continúa aumentando a una tasa muy baja hasta el día 67 y posteriormente

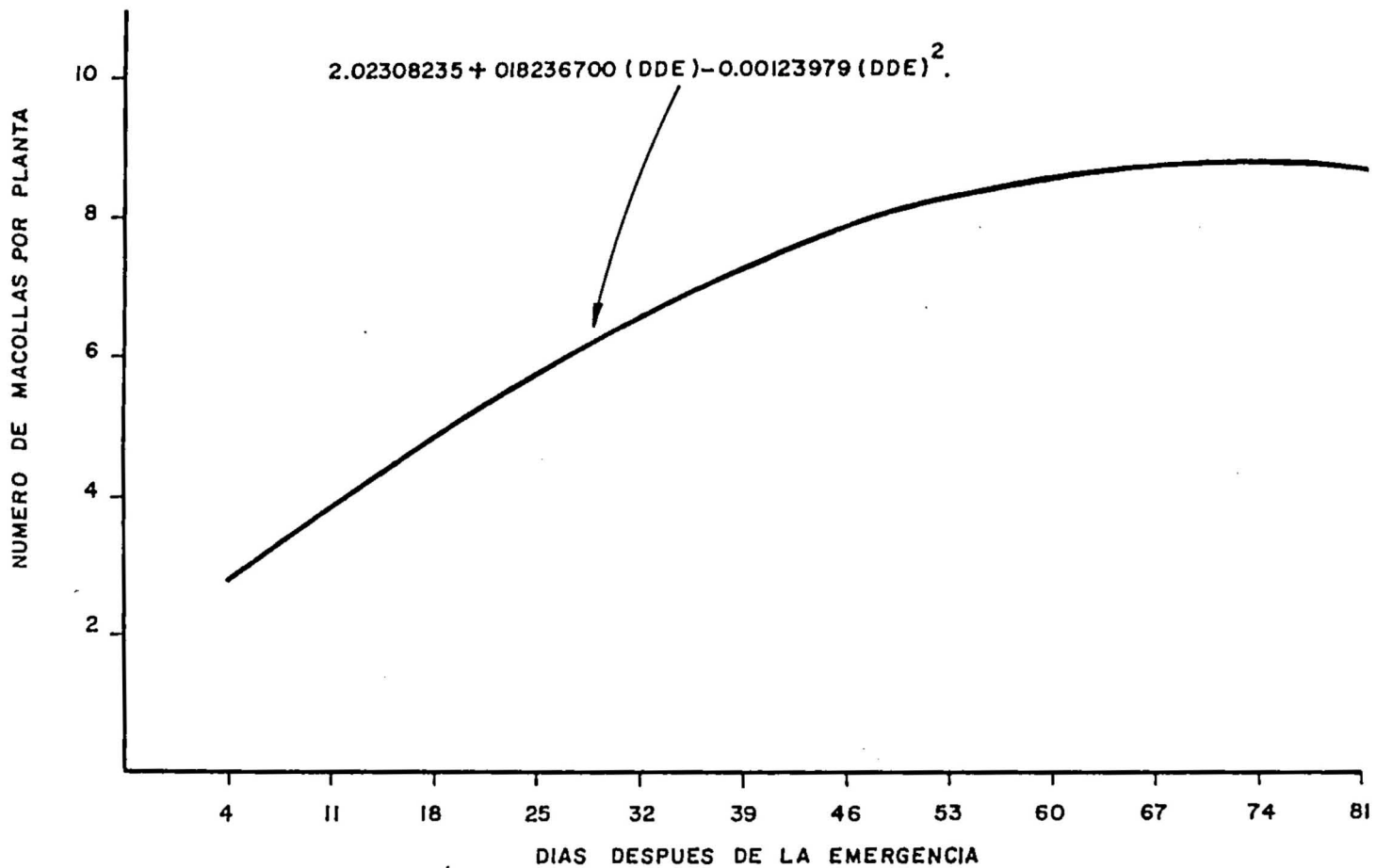


Figura 10 COMPORTAMIENTO DEL NUMERO DE MACOLLAS POR PLANTA / DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA

se estabiliza la curva.

El incremento rápido del número de macollas en los días iniciales, responde a un proceso fisiológico natural, en que la planta está produciendo sus estructuras (macollas) necesarias para su crecimiento y desarrollo; a partir del día 46 sus macollas ya han sido formadas, y es por eso que su tasa de crecimiento declina hasta estabilizarse, es decir que en esta época todos los asimilados son aprovechados para el llenado del grano.

El análisis de varianza (Tabla 10A) para el número de macollas por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en los días 11 y 25 y únicamente en el día 81 para las densidades, mientras que para la interacción distancia por densidad se presentaron en el día 53.

La prueba de Duncan (Tabla 10A) para el número de macollas por planta presentó diferencias significativas entre las distancias de siembra en los días 11 y 25, en donde la menor distancia (15 cm) difirió estadística y numéricamente con respecto a las otras dos distancias y también en el día 39, en donde la mayor distancia (45 cm) difirió estadística y numéricamente de la distancia de 30 cm. Entre las diferentes

densidades de siembra se presentaron diferencias significativas en el día 32, en donde la mayor densidad (70 kg/ha) difirió estadística y numéricamente de la menor densidad (30 kg/ha) y en los días 46 y 53 en donde la menor y mayor densidad difirieron estadísticamente de la densidad de 50 kg/ha.

Se observa que el comportamiento de las diferentes distancias y densidades de siembra analizadas fue similar con respecto al número de macollas por planta. Existe una relación estrecha en los resultados obtenidos entre esta variable y el número de hojas por planta.

4.1.11. Porcentaje de materia seca

El diagrama del PMS basado en los datos originales (Figura 11) muestra el comportamiento promedio del porcentaje de materia seca de los tratamientos al finalizar el ensayo (81 días después de la emergencia).

Se observa en general que los porcentajes de materia seca fueron similares, independientes de las diferentes distancias y densidades de siembra analizadas.

El valor más alto para el porcentaje de materia seca se obtuvo con la densidad de 70 kg/ha asociada a la distancia 45 cm

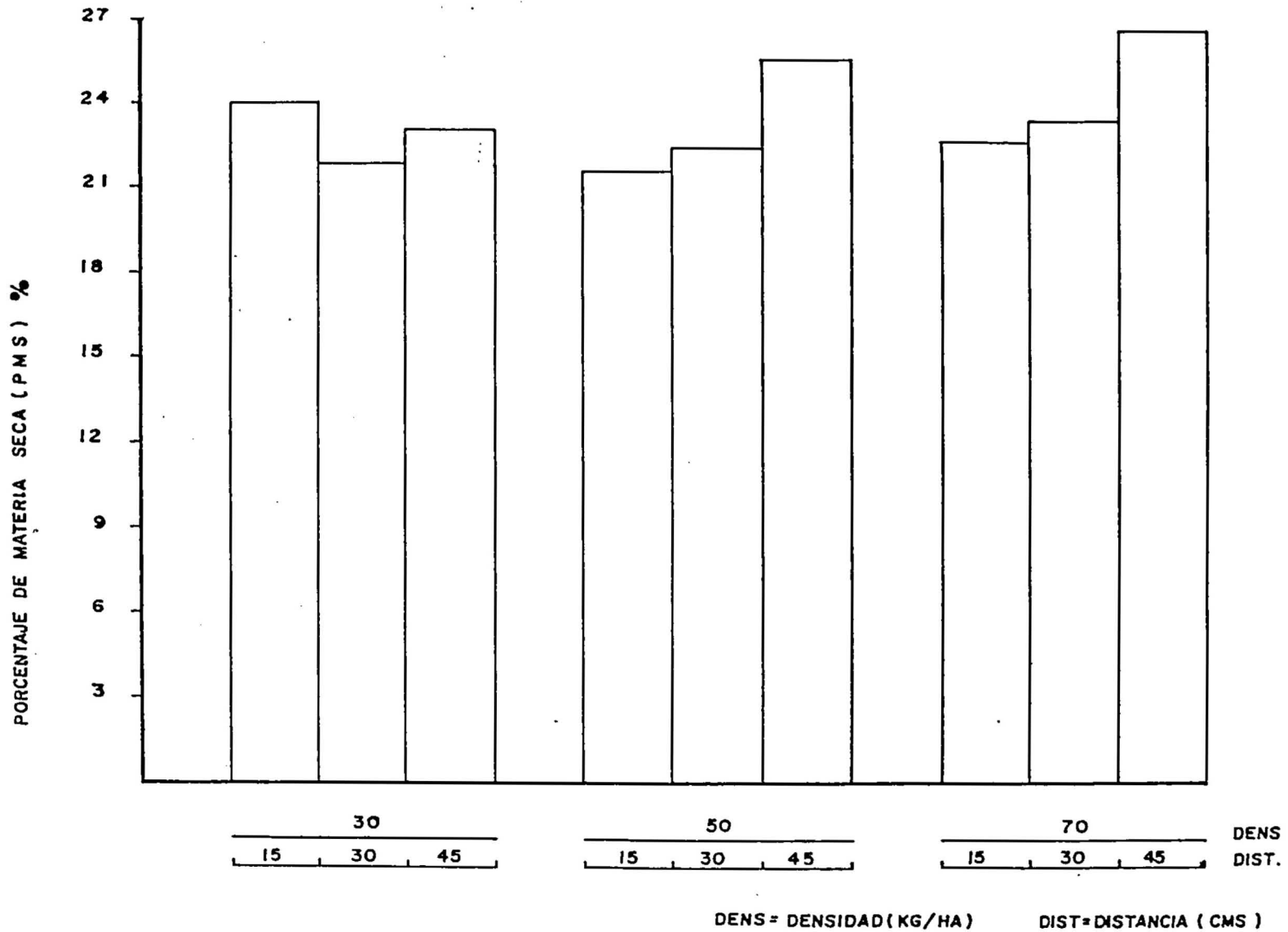


Figura II PORCENTAJE DE MATERIA SECA (P M S) PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS AL DIA 81 DESPUES DE LA EMERGENCIA

(26.4%), seguido de la densidad de 50 kg/ha asociada a la distancia de 45 cm (25.4%).

El análisis de varianza (Tabla 11A) para el porcentaje de materia seca no presentó diferencias significativas entre las diferentes distancias y densidades de siembra analizadas; lo mismo ocurrió con la interacción distancia por densidad.

La prueba de Duncan (Tabla 11A) para el porcentaje de materia seca no presentó diferencias significativas entre las distancias y densidades de siembra analizadas, tan sólo los promedios numéricos fueron un poco más altos en la distancia de 45 cm y la densidad de 70 kg/ha. Los resultados obtenidos, un promedio de 25% de materia seca, concuerdan con lo hallado por Villamizar et al. (1970) quienes tuvieron un 27% de materia seca cuando se cosechó madura para ensilarla.

4.1.12. Producción de materia seca

El diagrama de la PRMS basado en los datos originales (Figura 12) muestra el comportamiento promedio de la producción de materia seca de los tratamientos al día 81 después de la emergencia.

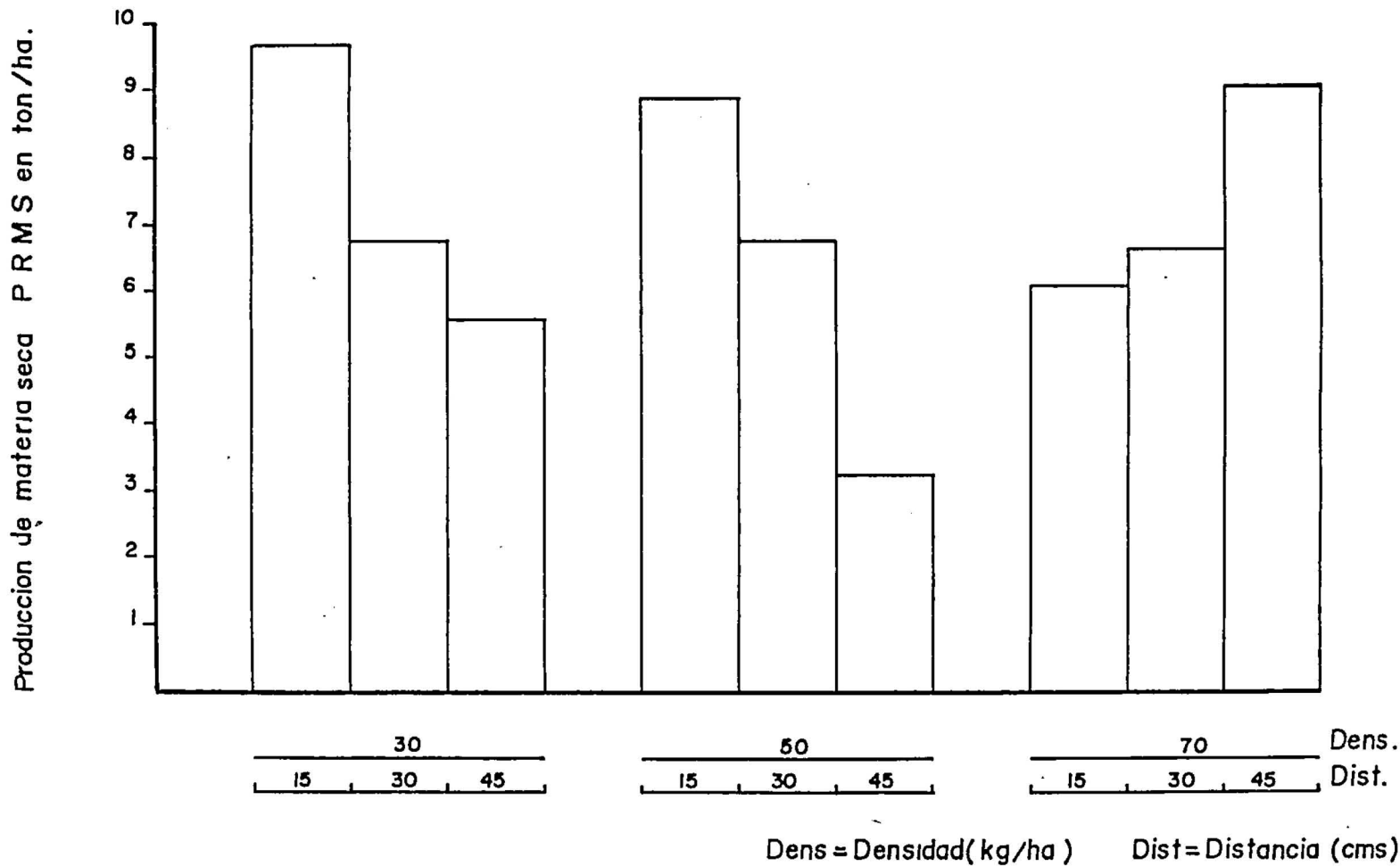


Figura 12 Produccion de materia seca PRMS en toneladas por hectárea, para los diferentes tratamientos al día 81 después de la emergencia.

Analizando por bloques cada una de las densidades estudiadas, se observa una tendencia similar entre la densidad de 30 kg/ha y la de 50 kg/ha en donde la más alta producción de materia seca se presentó en la menor distancia (15 cm) para ir decreciendo en la medida en que se aumenta la distancia de siembra, mientras que para la densidad de 70 kg/ha la relación es inversa, es decir que la producción se incrementa en la medida en que se aumenta la distancia de siembra.

Se observa que la mayor producción de materia seca se presentó en la menor densidad (30 kg/ha) asociada a la menor distancia (15 cm), obteniéndose 9.7 tn/ha, presentándose el segundo pico de producción (9.0 tn/ha) con la mayor densidad (70 kg/ha) asociada a la mayor distancia (45 cm).

El análisis de varianza (Tabla 12A) para la producción de materia seca no presentó diferencias significativas entre las distancias y densidades de siembra estudiadas, ni para la interacción distancia por densidad.

La prueba de Duncan (Tabla 12A) para la producción de materia seca no presentó diferencias significativas entre las distancias y densidades de siembra analizadas, aunque numéricamente los promedios más altos correspondieron a la distancia de 15 cm asociada a la densidad de 30 kg/ha.

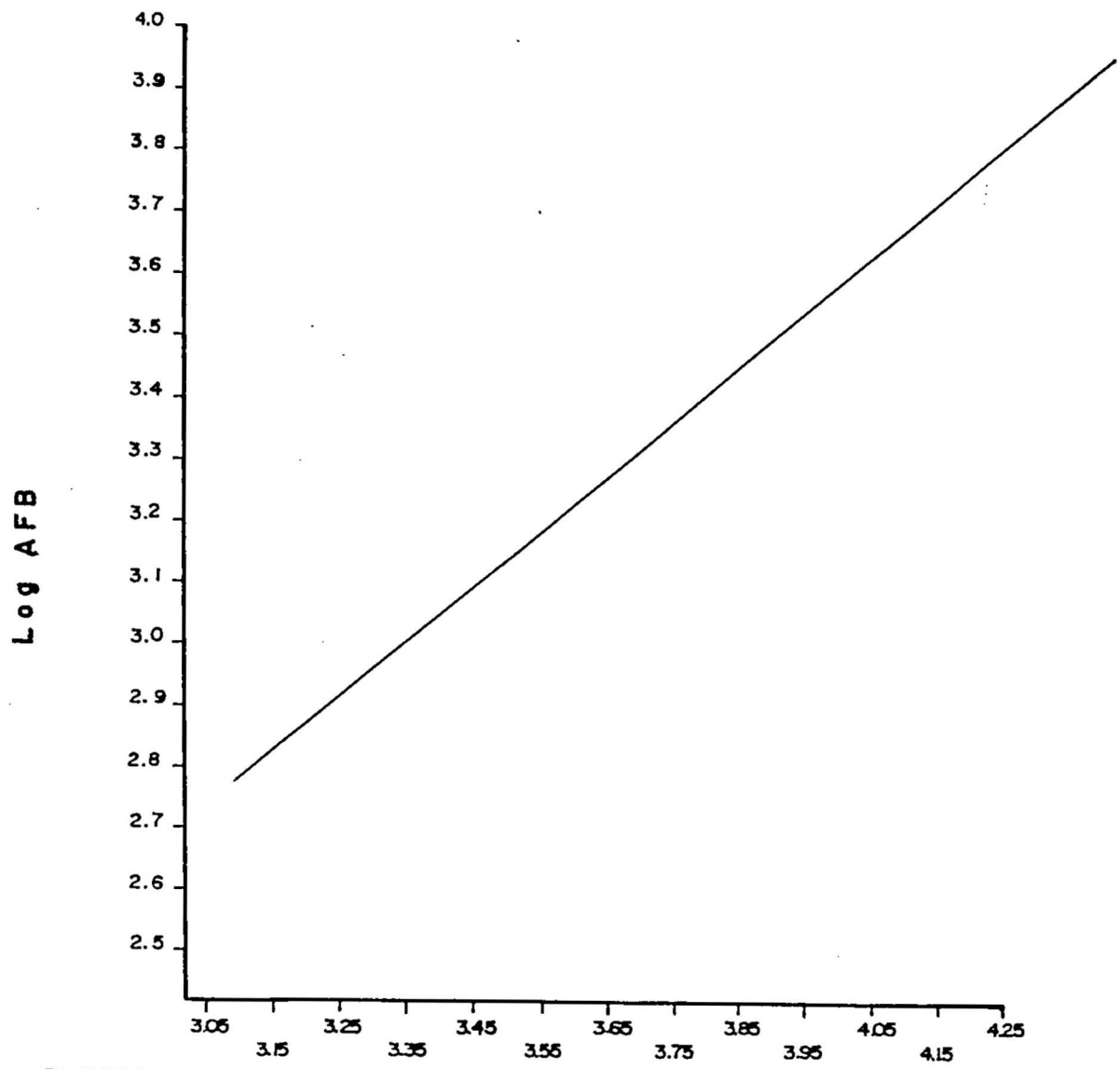
De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que esta menor distancia (15 cm) asociada a la menor densidad (30 kg/ha) es la más recomendable, puesto que permite ahorrar semilla y ocupar el espacio más eficientemente.

Los rendimientos obtenidos concuerdan aproximadamente con los reportados por Echeverry et al (1965) quienes obtuvieron producciones entre 8.7 y 11.7 tn/ha de materia seca al comparar diferentes densidades y distancias de siembra, mientras que difieren de los resultados reportados por Iguá y Ramos (1984) quienes obtuvieron en Marengo 17.7 tn/ha de materia seca en los tratamientos sembrados en monocultivo y con densidad de 50 kg/ha y 30 cm de distancia entre surcos.

4.1.13. Coeficiente foliar de la hoja bandera

La Figura 13 muestra la tendencia ajustada de la recta del logaritmo del área foliar de la hoja bandera estimada (Log AFB) en función del logaritmo del largo por ancho de la hoja bandera (Log (L X A)). El modelo matemático doble logarítmico fue sometido al análisis de regresión, teniendo en cuenta las distancias y densidades de siembra utilizadas a través del tiempo, determinando un valor de 0.89 para este coeficiente.

Reemplazando este valor hallado en el modelo escogido tenemos:



BIBLIOTECA AGROPECUARIA,
DE GUAYMAS.

Area foliar estimada de la hoja bandera (Log (AFB))

$$AFB = (L \times A)^{0.89}$$

$$\ln AFB = 0.89 \ln (L \times A)$$

Este valor hallado (0.89), es independiente de las diferentes distancias y densidades de siembra, es decir que presentó un valor muy similar para cada una de estas combinaciones (distancia x densidad).

El modelo evaluado fue altamente significativo y presentó un coeficiente de determinación del 99%.

4.2. Análisis de correlación

El índice de área foliar se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con la tasa de crecimiento del cultivo ($r = 0.18$), área foliar ($r = 0.67$), peso seco ($r = 0.32$), altura de planta ($r = 0.36$), número de hojas ($r = 0.48$), número de macollas ($r = 0.48$). Con respecto a la relación de área foliar la correlación fue negativa, siendo altamente significativa. ($r = -0.18$).

Las asociaciones anteriormente descritas reflejan la alta dependencia que tienen los parámetros de crecimiento citados con respecto al IAF.

Con relación al RAF, la asociación es inversa, es decir que mientras el IAF se incrementa el RAF decrece.

Black (1963), citado por López y Alvarado (1976), ha demostrado que en la misma forma en que se incrementa el IAF, se incrementa el TCC hasta que alcanza un valor máximo.

Stern y Donald(1962), señalaron que el IAF óptimo proporciona la mayor intensidad de crecimiento del cultivo.

La tasa de asimilación neta se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con la tasa de crecimiento relativo ($r = 0.73$) y el peso seco ($r = 0.34$) y en forma positiva y significativa con el área foliar ($r = 0.16$) y la tasa de crecimiento del cultivo ($r = 0.86$).

La tasa de crecimiento del cultivo se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con la tasa de crecimiento relativo ($r = 0.60$) y el peso seco ($r=0.24$) y en forma positiva y significati

con la producción de materia seca ($r = 0.51$).

En estas correlaciones se observa la respuesta directa del crecimiento de una comunidad de plantas, expresado en ganancia de peso seco y producción de materia seca.

La tasa de crecimiento relativo se correlacionó en forma positiva y significativa con la PRMS ($r = 0.022$).

El RAF se correlacionó en forma negativa y altamente significativa con AF ($r = -0.36$), PS ($r = -0.32$), ADP ($r = -0.43$), NH ($r = -0.38$) y NM ($r = -0.38$). Estas asociaciones se explican de acuerdo a que el RAF alcanzó sus valores máximos en los días iniciales a la emergencia, para ir decreciendo con el tiempo, mientras que el área foliar, el peso seco, la altura de planta, el número de hojas y el número de macollas continuaron aumentando hasta una determinada fecha.

El área foliar se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con el peso seco ($r = 0.77$), altura de planta ($r = 0.82$), número de hojas ($r = 0.81$) y número de macollas ($r = 0.78$).

Estas asociaciones muestran que en la medida en que el área

foliar se incrementa, proporcionalmente se incrementa el PS, la ADP, el NH y el NM.

El peso seco se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con la altura de planta ($r = 0.83$), número de hojas ($r = 0.60$) y número de macollas ($r = 0.62$).

La altura de planta se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con el número de macollas ($r = 0.71$), número de hojas ($r = 0.69$) y con la producción de materia seca ($r = 0.70$). Estas asociaciones están de acuerdo con lo reportado por Arguelles et al (1982) quien trabajó con cebada y con lo hallado en avena por Iguá y Ramos (1983).

El número de hojas se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con la producción de materia seca ($r = 0.90$), resultado que se ajusta a lo hallado en la sabana de Bogotá por Iguá y Ramos (1983).

T ABLA 3= Análisis de correlación lineal simple entre las siguientes variables estudiadas

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉	V ₁₀	V ₁₁	V ₁₂
V ₁ Índice de área foliar	-	0.11ns	0.18**	0.11ns	-0.18**	0.67**	0.32**	0.36**	0.48**	0.48**	-0.30ns	-0.01ns
V ₂ Tasa de asimilación neta	-	-	0.88*	0.73**	-0.18ns	0.16*	0.34**	0.06ns	0.09ns	0.09ns	0.46ns	0.04ns
V ₃ Tasa de crecimiento del cultivo	-	-	-	0.60**	0.11ns	0.08ns	0.24**	-0.06ns	0.00ns	0.00ns	0.51*	0.01ns
V ₄ Tasa de crecimiento relativo	-	-	-	-	0.18ns	-0.07ns	-0.00ns	-0.32**	-0.07ns	-0.07ns	0.51*	0.03ns
V ₅ Relación de área foliar	-	-	-	-	-	-0.36**	-0.32**	-0.43**	-0.38**	-0.38ns	-0.03ns	-0.23ns
V ₆ Área foliar	-	-	-	-	-	-	0.77**	0.82**	0.81**	0.78**	0.45ns	0.01ns
V ₇ Peso seco	-	-	-	-	-	-	-	0.83**	0.60**	0.62**	0.44ns	0.24ns
V ₈ Altura de Planta	-	-	-	-	-	-	-	-	0.69**	0.71**	0.70**	-0.10ns
V ₉ Número de hojas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.90**	-0.012ns	0.15ns
V ₁₀ Número de macollas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.01ns	0.14ns
V ₁₁ Producción de materia seca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.29 ns
V ₁₂ Porcentaje de materia seca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: Significante al nivel del 5%. **: Significante al nivel del 1%. ns: no significativo.

CONCLUSIONES

1. El área foliar, número de macollas, número de hojas y la altura de planta presentaron un comportamiento de tipo cuadrático, en el cual todos los tratamientos analizados presentaron un comportamiento similar, alcanzando sus mayores valores hacia el final, excepto el número de macollas, que alcanzó su mayor valor en la parte intermedia de la duración del ensayo. Además, obtuvieron un crecimiento inicial más rápido en la menor distancia asociada a la mayor densidad, como resultado de la competencia entre plantas.
2. El comportamiento del peso seco total/planta fue de tipo sigmoideo a través del tiempo, presentando los diferentes tratamientos un comportamiento similar, alcanzando su mayor valor (24 gr/planta) en el día 81 después de la emergencia.
3. El índice de área foliar (IAF) y la tasa de asimilación neta (TAN) en los diferentes tratamientos presentaron un comportamiento similar, alcanzando sus mayores valores: (1.12) en el día 39 y (0.0013 gr/cm²/día) en el día 67 después de la emergencia respectivamente.
4. La tasa de crecimiento del cultivo (TCC), la tasa de crecimiento relativo (TCR) y la relación de área foliar (RAF) en los

diferentes tratamientos analizados presentaron un comportamiento similar, alcanzando sus mayores valores en los días iniciales a la emergencia: (0.00218 gr/cm²/día), (0.118 gr/gr/día) y (515 cm²/gr) respectivamente.

5. Los bajos valores alcanzados por la tasa de asimilación neta (TAN), TCC y TCR en el día 53 después de la emergencia, se atribuyen a la baja intensidad lumínica y baja temperatura registrada.
6. La mayor producción de materia seca (9.7 tn/ha) se obtuvo con la menor distancia (15 cm) asociada a la menor densidad (30 kg/ha).
7. El valor determinado para el coeficiente de la hoja bandera (0.89) fue independiente de las diferentes distancias y densidades de siembra analizadas, ya que a través del tiempo no se presentaron variaciones debido a estos factores. Considerándose su expresión ligada a factores genéticos, intrínsecos de la especie.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el municipio de La Calera, vereda de San Cayetano, durante el primer semestre de 1985, con el objeto de analizar el crecimiento y la producción de materia seca de la avena forrajera, variedad (ICA-Cajicá), bajo tres distancias de siembra (15, 30 y 45 cm.) y tres densidades de siembra (30, 50 y 70 kg/ha), con base a los índices fisiológicos de: índice de área foliar, tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento del cultivo, tasa de crecimiento relativo, relación de área foliar, área foliar, peso seco, altura de planta, número de hojas y número de macollas.

Otro objetivo consistió en determinar el valor del coeficiente de la hoja bandera, a partir del registro de sus medidas lineales (largo x ancho).

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con dos replicaciones, efectuándose registros semanales para las siguientes variables: acumulación de peso seco, área foliar de la hoja bandera, área foliar total, número de hojas, número de macollas, altura de planta y área del suelo.

En términos generales se presentaron diferencias estadísticas por lectura para cada uno de los índices y variables de crecimiento analizados en cada una de las distancias y densidades de siembra utili-

zadas, pero estas diferencias desaparecieron al final del ensayo, en donde se observó un comportamiento similar en todas las distancias y densidades con respecto a los parámetros fisiológicos estudiados.

Con relación a la producción de materia seca no se presentaron diferencias estadísticas, sin embargo, la menor distancia de siembra (15 cm) asociada a la menor densidad (30 kg/ha) presentó los mayores rendimientos (9.7 tn/ha).

Para la determinación del coeficiente foliar de la hoja bandera se planteó un modelo matemático doble logarítmico estimado a través del análisis de regresión, con el cual se determinó el valor de 0.89.

7. SUMMARY

The present work took place at the municipality of la Calera, small village of San Cayetano, during the first semester of 1985.

A growth analysis was made to forage oat, variety (Ica-Cajicá) in order to analyze growth and dry matter production, under three row distances of sowing (15, 30, 45 cm.) and three densities of sowing (30, 50, 70 Kg/ha), physiological indexes were determined such as: Leaf area index, net assimilation rate, relative growth rate, leaf area relation, leaf area, dry matter, plant height, leaf number and tillers number.

Other objective consist in determinate a value for the flag leaf area coefficient, starting to register its lineal measures (length by width).

A split plot desing with two replications was used. Counts were made each week on following variables: dry matter acumulation per plant, flag leaf area, leaf area, leaf number, tillers number, plant height and ground canopy area.

In general terms, statics differences per reading were obtained for each one analyzed indexes and variables of growth in all used distances and densities of sowing; but these differences were not observed

at the end, where it was observed a similar behavior in relation to studied physiological parameters.

With relation at the dry matter production differences statistics didn't have, although, the shortest distance of sowing (15 cm) associated with the minor density (30 kg/ha) had the more higher yields.

In order to determinate flag leaf area coefficient was used a estimated double logarithmic mathematical model through regression analysis, with it was determinated value of 0.89.

BIBLIOGRAFIA

- AMEZQUITA A.; W. MORA. Interacción de distancias por densidades de siembra en avena, Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, 1968. pp. 13-29 (Tesis Ing. Agr.).
- APONTE G., M.; G. CORCHUELO R. Interacción de distancias por densidades de siembra en avena. Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Agronomía, 1970. (Tesis Ing. Agr.).
- ARGUELLES C., J.; N. CARDENAS M., W. GUEVARA P. Caracterización fisiológica y evaluación agronómica de un germoplasma de cebada resistente a la roya amarilla (Puccinia striiformis f. sp. Hordei) para selección de progenitores. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 1982. 160 p. (Tesis Ing. Agr.).
- ARIAS F., J. El cultivo de la avena. Agricultura Tropical. (Colombia) v. 21 No. 11 pp. 633-635. 1965.
- ARIAS F., J. Registro de variedades de avena. Revista ICA (Colombia) V. 7 No. 2 p. 157-158. 1972.
- ARIAS F., J.; R. REYES N. El cultivo de la avena para grano en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. 1974. 60 p.
- ASOCIACION COLOMBIANA DE SEMILLAS. BOGOTA (COLOMBIA) Catálogo de semillas. Acosemillas. 1972. 15 p.
- BLACK C., A. Soil plant relationships. New York. Wiley, 1968. 792 p.

- BLACKMAN G., E.,; G. WILSON. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. *Annals of Botany (Inglaterra)*. V. 15 No. 59. p. 373-408. 1951.
- BRIGGS G., E.; F. KIDD, C. WEST. Studies of the physiological basis of yield differences. *Annals of Applied Biology (Inglaterra)* V. 7 p. 103-202. 1920.
- BUTTERY B., R. Analysis of the growth of soybeans as affected by plant population and fertilizer. *Canadian Journal of Plant Science (Canada)*. V. 49 No. 6. p. 675-684. 1969.
- BUTTERY B., R.; I. BUZELL R. Evaluation of methods used in computing net assimilation rates of soybeans (Glicine max (L) Merryl) *Crop Science (Estados Unidos)* V. 14 No. 1 p. 41-44. 1974.
- CANTILLO R, J.; G. CALDAS, Efectos de diferentes densidades de siembra y fertilización en cebada. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 1983. p. 4-10 (Tesis Ing. Agr.).
- CEPEDA O., R. Apuntes sobre los cultivos de trigo, avena y cebada. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario. 1970. 71 p.
- CORCHUELO R., G. Análisis de crecimiento. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 1979. 8 p. (Conferencias).
- CROWDER L., V.; J. LOTERO,; J. FREISEN; F. KRULL C. Oat forage production in the cool tropic represented by Colombia. *Agronomy Journal (Estados Unidos)* V. 59 No. 1. p. 80-82. 1967.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADISTICA. Bogotá (Colombia). Anuario de Comercio Exterior. DANE. 1984. 250 p.

ECHEVERRY E. S. V.; DAVILA S.; F. VILLAMIZAR., Distancias y densidades de Siembra en Avena. Agricultura Tropical (Colombia). V. 22 No. 12. p. 651-653. 1966.

FIGUEREIDO V. P ; R. TORRES. Ensayo preliminar del cultivo de la avena en Boyacá. Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Agronomía 1968. 90 p. (Tesis Ing. Agr.).

FOTH H., D.; S. ROBERTSON L.; M. BROWN H. Effect of row spacing distance on oat performance. Agronomy Journal (Estados Unidos) V. 56 No. 1. p. 70-72. 1964.

GRIMES D.; L. CARTER. A linear rule for direct nondestructive leaf measurements. Agronomy Journal (Estados Unidos) V. 61 No. 3 p. 477-479. 1969.

GUTIERREZ S., J.; J. RINCON R.; R. BUITRAGO T. Normas de estilo para publicaciones científicas. Bogotá. Instituto Colombia Agropecuario, 1973. 54 p. (Publicación miscelánea No. 12).

HAMMONDS L., C.; D. KIRKHAM. Growth curves of soybeans and corn. Agronomy Journal (Estados Unidos) V. 41 No. 1 p. 23-29. 1949.

HOYT P.; R. BRADFIELD. Effect of varying leaf area by partial defoliation and plant density on dry matter production in corn. En

LYONS E., J; J. SANCHEZ B., Análisis de crecimiento de la fase vegetativa y de formación de espiga de tres cultivares de cebada

(Hordeum vulgare L.), bajo tres densidades de siembra. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 1983. 129 p. (Tesis de grado Ing. Agr.).

HUNT, R. Plan Growth Analysis Studies in Biology. No. 96. 1978.

IGUA C., M.; E. RAMOS R. Efectos de diferentes densidades y distancias de siembra sobre el rendimiento y calidad de la mezcla avena (Avena sativa L.) - Colza (Brassica sp.) en dos localidades de la Sabana de Bogotá. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 1984. 109 p. (Tesis Ing. Agr.).

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA. La avena forrajera. Bogotá. ICA. 1971. (Hoja Divulgativa No. 32).

_____ . SUBGERENCIA DE DESARROLLO RURAL
DIVISION DE COMUNICACION. Bogotá. (Colombia). Normas para la redacción de referencias bibliográficas. Bogotá. ICA. 1979.

KOLLER H., R.; NIQUIST W.; S. CHOROUST I. Growth analysis of soybeans community. Crop Science (Estados Unidos). V. 10 No. 4. p.407-412. 1970.

LEOPOLD C., A.; E. KRIEDEMANN P. Plant growth and development. New Delhi. Mc Graw-Hill. 1976. pp. 77-104.

- LYONS E., J.; J. SANCHEZ B. Análisis de crecimiento de la fase vegetativa y de formación de espiga de tres cultivares de cebada (Hordeum vulgare L.) bajo tres densidades de siembra. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 1983. 129 p. (Tesis Ing. Agr.).
- LOPEZ, G; F. ALVARADO L. Análisis de crecimiento de tres variedades de papa de diferente ciclo de vida. Revista COMALFI V. 4 p. 30-35. 1977.
- MCKEE G. W. A coefficient for computing leaf area in hybrid corn. Agronomy Journal (Estados Unidos) V. 56 No. 2. p. 240-241. 1964.
- MURCIA A., C. Producción de materia seca y análisis de crecimiento de colza forrajera (Brassica sp.) bajo dos sistemas de fertilización. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 1985. 97 p. (Tesis Ing. Agr.).
- NICIPOVIC, A. A. Photosynthesis and the theory of obtaining high crop yields. Fields crops abstract p. 40-41. 1960.

- OROZCO DE A., MARTHA. Análisis de crecimiento y desarrollo en tres variedades de Cebada. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias UN-ICA. 1981. 141 p. (Tesis M. Sc.).
- PIETRO, A. S; F. GREER A; T. ARMY J. Harvesting the sun. Photosynthesis in plant life. Academic Press, New York. Sec. 7 p. 291-308.
- RADFORD P., J. Growth analysis formulae- their use and abuse. Crop Science (Estados Unidos). V. 7 No. 3. p. 171-175. 1967.
- REYES N., R. Programa Nacional de Avena. Instituto Colombiano Agropecuario. 1970. 52 p.
- ROJAS G., M. Fisiología Vegetal aplicada. Méjico. Mc Graw-Hill 1978. 203 p.
- ROMERO V. Ecología del cultivo del maíz. Bogotá: ICA. 1975 p. 1-15 (Conferencias).
- SABOGAL, H.; R. CAQUIMBO J. Análisis comparativo de crecimiento en maíz en época tardía. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 1982. p. 91 (Tesis Ing. Agr.).

- SCOTT R. K.; R. DENNIS-JONES. The physiological background of barley. Journal of the National Institute of Agricultural Botany (Inglaterra) V. 1 p. 182-183. 1976.
- SERRANO P., R. Influencia de la densidad de siembra y la fertilización fosfatada en la producción de Avena. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. 1976. 89 p. (Tesis Ing. Agr.).
- SHIBLES R., M.; C. WEBER R. Leaf solar radiation interception and dry matter production by soybeans. Crop Science (Estados Unidos). V. 3. p. 757-777. 1965.
- SHIROYA B., I.; D. SHARMO K.; W. BOYES J. Photosynthesis and yield Canadian Journal of Botany (Canada). V. 39. p. 855-864. 1961.
- SIVAKUMAR M., V.; H. SHAW R. Methods of growth analysis in field grown soybeans (Glicine max (L) Merryl) Annals of Botany (Inglaterra) V. 22. p. 213-222. 1978.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Bogotá (Colombia) Introducción a la fisiología de cultivos tropicales. ICA. 1968. (Publicación Miscelánea No. 9).
- WALLACE D., H.; M. MUNGER H. Growth analysis of six dry bean varieties. Crop Science (Estados Unidos). No. 5. p. 343-348. 1965.

- WATSON D., J. The physiological basis of variation in yield. *Advances in Agronomy (Inglaterra)* V. 4. p. 101-145. 1952.
- WENT F., W. The experimental control of plant growth. *Whaltham, Chronica Botanica.* p. 202-221. 1957.
- WILLIAMS R., H.; D. HAYES J. Relationship between photosynthetic area and the growth attributes in 6-and 2- row barley genotypes. *Annals of Applied Biology (Inglaterra)* V. 41 No. 3. p. 391-395. 1979.

TABLA 1A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para área foliar en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1985A.

FUENTE DE VARIACION	GL	Cuadrados Medios Días despues de emergencia											
		4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
Replicaciones (Rep)	1	39.81ns	1212.12ns	2840.07ns	0.39ns	3761.33ns	29764.75ns	1640.50ns	31267.50ns	16862.44ns	15011.25ns	14234.34ns	51957.98ns
Distancias (Dist)	2	2201.57*	8830.78ns	54456.93*	44651.49ns	132059.38ns	31121.11ns	137766.03*	114772.32**	126132.73*	8031.65ns	4803.93ns	60930.95ns
Rep*(Dist (Error a))	2	84.21	2068.02	583.75	10790.20	37357.08	38033.87	5544.92	361.02	1357.37	38168.64	35337.92	84672.96
Densidades (Dens)	2	56.66ns	285.48ns	3636.81ns	12913.72ns	17831.51ns	39955.19ns	37505.96ns	102980.17ns	38234.01ns	2789.08ns	30625.40ns	20748.25ns
Dist*(Dens)	4	100.05ns	2268.13*	2469.62ns	8768.61ns	7831.54ns	33854.98ns	55792.28*	107360.05ns	30835.41ns	26583.30ns	215529.16ns	33472.96ns
Error (b)	6	75.37	455.33	3906.70	2524.10	5056.26	29410.13	12220.22	24043.27	11473.191	7341.77	15865.16	67487.09
CV (%)		20.55	18.63	33.23	16.87	16.26	36.31	20.76	30.75	18.88	14.89	22.60	32.45

*: Significante al nivel del 5%. **: Significante al nivel del 1%. ns: No significativo.

Pruebas de Duncan al nivel del 5%

DISTANCIA	Promedios Ordenados Días despues de emergencia											
	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
15	64.36a	154.29a	294.18a	436.67a	606.37a	553.33a	706.96a	662.44a	733.01a	602.89a	556.90a	840.93a
30	30.81b	111.61a	160.14b	264.47a	377.26a	415.71a	449.07b	406.9b	463.04b	592.16a	564.95a	874.84a
45	31.56b	77.73a	109.88b	192.19a	328.53a	447.71a	440.17b	444.28b	506.36b	531.73a	609.43a	685.83a
DENSIDAD												
30	38.74a	122.44a	172.86a	284.13ab	394.43b	426.28a	515.42a	529.55ab	513.77a	599.74a	529.11a	816.36a
50	43.51a	111.50a	216.47a	259.74b	498.71a	424.00a	462.66a	362.47b	529.44a	558.27a	542.97a	735.15a
70	44.48a	109.70a	174.86a	349.46a	419.01ab	566.47a	618.13a	620.80a	659.20a	568.77a	659.20a	849.09a

* Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 2A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para peso seco en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1985A.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	Cuadrados Medios											
		Días después de emergencia											
		4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
Replicaciones(Rep)	1	0.00ns	0.05ns	0.04ns	0.07ns	0.07 ns	2.65 ns	2.41ns	6.25ns	1.97ns	33.73ns	402.62**	1.13ns
Distancias(Dist)	2	0.046ns	0.22ns	1.93*	4.93*	6.79ns	6.54ns	31.19ns	28.20ns	119.89*	62.89 ^{ns}	24.76ns	3.04ns
Rep* Dist (Error a)	2	0.003	0.03	0.07	0.17	1.16	1.81	3.20	4.72	4.91	12.19	13.40	184.91
Densidades (Dens)	2	0.000ns	0.007ns	0.17ns	0.09 ns	4.56ns	4.93ns	5.76*	34.45ns	5.07ns	7.26ns	33.57ns	2.55ns
Dist* Dens	4	0.005ns	0.06ns	0.19ns	0.19 ns	1.25ns	2.08ns	4.07*	27.36ns	11.01ns	13.46ns	70.94ns	100.98ns
Error (b)	6	0.002	0.04	0.10	0.06	1.99	2.70	0.81	7.80	14.01	12.69	25.36	37.69
CV(%)		32.42	37.79	26.22	12.69	39.16	32.65	12.13	34.11	30.67	21.47	25.46	25.55

*: Significantt al nivel del 5%. **: Significante al nivel del 1%. ns: No significante.

Pruebas de Duncan al nivel del 5%

	Promedios ordenados											
	Días después de emergencia											
	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
DISTANCIA												
15	0.25a	0.73a	1.86a	2.93a	4.80a	6.23a	9.99a	10.58a	17.36a	19.19a	19.48a	24.68a
30	0.10ab	0.49a	1.08b	1.70b	2.77a	4.31a	6.56a	7.62a	9.32b	17.62a	17.91a	23.81a
45	0.08b	0.35a	0.75b	1.16b	3.24a	4.55a	6.67a	6.36a	9.94a	12.96b	21.94a	23.58a
DENSIDAD												
30	0.15a	0.49a	1.21a	2.00a	2.80a	4.62a	7.37ab	8.56ab	11.46a	17.61a	17.31a	24.68a
50	0.14a	0.52a	1.41a	1.79a	3.47a	4.40a	6.44b	5.63b	11.92a	16.74a	20.00a	23.58a
70	0.14a	0.56a	1.08a	1.99a	4.53a	6.07a	8.40a	10.37a	13.23a	15.43a	22.02a	24.01a

*Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 3A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para índice de área foliar (IAF) en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano, 1985A.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	Cuadrados Medios											
		4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
Replicaciones (Rep)	1	0.140*	0.08ns	0.03ns	0.07ns	0.05ns	0.11ns	0.02ns	0.04ns	0.11ns	0.01ns	0.15ns	0.02 ns
Distancias(Dist)	2	0.116ns	0.31ns	0.42ns	0.13ns	0.55ns	0.006 ns	0.12ns	0.19ns	0.12ns	0.04ns	0.15*	0.30ns
Rep*Dist (Error a)	2	0.035	0.05	0.08	0.04	0.25	0.14	0.05	0.07	0.02	0.12	-0.005	0.03
Densidades (Dens)	2	0.006ns	0.22ns	0.02ns	0.12ns	0.34ns	0.12ns	0.02ns	0.08ns	0.03ns	0.03ns	0.02ns	0.08ns
Dist*Dens	4	0.029ns	0.02ns	0.07ns	0.08ns	0.02ns	0.09ns	0.20ns	0.18ns	0.07ns	0.08ns	0.01ns	0.07ns
Error (b)	6	0.014	0.06	0.04	0.03	0.09	0.11	0.07	0.12	0.04	0.02	0.05	0.08
CV(%)		23.23	36.08	26.77	18.96	30.81	29.20	28.14	36.85	19.92	18.71	25.48	25.68

*: Significante al nivel del 5%. **: Significante al nivel del 1%. ns: no significativo.

Pruebas de Duncan al nivel del 5%

	Promedios ordenados											
	Días después de la emergencia											
	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
DISTANCIA												
15	0.67a	0.96a	1.05a	1.04a	1.33a	1.16a	1.11a	1.11a	1.19a	0.72a	0.77b	0.99a
30	0.46a	0.63a	0.75a	0.87a	0.84a	1.13a	0.98a	0.76a	0.95a	0.86a	0.90b	1.29a
45	0.41a	0.52a	0.63a	0.75a	0.78a	1.10a	0.83a	0.94a	0.95a	0.73a	1.08a	0.96a
DENSIDAD												
30	0.54a	0.92a	0.70a	0.81b	0.87a	1.05a	1.05a	1.04a	0.95a	0.79a	0.93a	1.11a
50	0.52a	0.62a	0.82a	0.79b	1.26a	0.97a	0.94a	0.85a	1.05a	0.82a	0.85a	0.96a
70	0.48a	0.57a	0.81a	1.05a	0.82a	1.37a	0.94a	0.97a	1.09a	0.70a	0.97a	1.18a

Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 4A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para tasa de asimilación neta (TAN) en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1985A.

FUENTE DE VARIACION	GL	Cuadrados Medios										
		Días después de emergencia										
		11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
Replicaciones (Rep)	1	0ns	5X10 ⁻⁸ ns	4X10 ⁻⁸ ns	0ns	1.1X10 ⁻⁷ ns	1.05X10 ⁻⁶ ns	1.5X10 ⁻⁶ ns	1.97X10 ⁻⁶ ns	1.94X10 ⁻⁶ ns	1.19X10 ⁻⁵ *	2.42X10 ⁻⁶ *
Distancias (Dist)	2	4.5X10 ⁻⁷ ns	4X10 ⁻⁸ ns	5X10 ⁻⁹ ns	7X10 ⁻⁷ ns	6X10 ⁻⁸ ns	6X10 ⁻⁷ ns	3.6X10 ⁻⁷ ns	1.5X10 ⁻⁶ ns	6.25X10 ⁻⁶ *	1.17X10 ⁻⁵ *	2.6X10 ⁻⁶ ns
Rep* Dist (Error a)	2	1X10 ⁻⁷	3.5X10 ⁻⁸	6X10 ⁻⁸	1X10 ⁻⁷	2X10 ⁻⁸	4.5X10 ⁻⁷	1.31X10 ⁻⁶	3.45X10 ⁻⁷	1.8X10 ⁻⁷	2.6X10 ⁻⁷	1.1X10 ⁻⁵ ns
Densidades (Dens)	2	1X10 ⁻⁷ ns	1X10 ⁻⁷ ns	2X10 ⁻⁸ ns	7X10 ⁻⁷ *	4X10 ⁻⁷ ns	2.15X10 ⁻⁷ ns	5.35X10 ⁻⁷ ns	3.26X10 ⁻⁶ ns	1.8X10 ⁻⁷ ns	3.91X10 ⁻⁶ *	1.8X10 ⁻⁶ ns
Dist* (Dens)	4	1.25X10 ⁻⁷ ns	4.5X10 ⁻⁸ ns	6.75X10 ⁻⁸ ns	2X10 ⁻⁷ ns	1X10 ⁻⁷ ns	1.1X10 ⁻⁷ ns	8.8X10 ⁻⁷ ns	7.4X10 ⁻⁷ ns	1.69X10 ⁻⁶ ns	5.48X10 ⁻⁶ *	7X10 ⁻⁶ ns
Error (b)	6	1.5X10 ⁻⁷	6X10 ⁻⁷	1.6X10 ⁻⁷	1.3X10 ⁻⁷	1.3X10 ⁻⁷	5.7X10 ⁻⁷	9.7X10 ⁻⁷	1.9X10 ⁻⁸	2.68X10 ⁻⁶	12.X10 ⁻⁷	6.2X10 ⁻⁷
CVC(%)		38.65	36.35	86.31	50.96	122.76	101.29	1376.05	115.17	127.85	167.79	101.63

*: Significante al nivel del 5%. **: Significante al nivel del 1%. ns: No significativo.

Pruebas de Duncan al Nivel del 5%

DISTANCIA	Promedios ordenados										
	Días después de emergencia										
	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
15	7.1X10 ⁻³ a	7.44X10 ⁻⁴ a	4.39X10 ⁻⁴ a	4.37X10 ⁻⁴ a	3.37X10 ⁻⁴ a	1.05X10 ⁻³ a	-2.01X10 ⁻⁴ a	1.72X10 ⁻³ a	5.42X10 ⁻⁴ b	-2.04X10 ⁻⁴ b	1.17X10 ⁻³ a
30	1.05X10 ⁻³ a	5.97X10 ⁻⁴ a	4.83X10 ⁻⁴ a	5.14X10 ⁻⁴ a	5.21X10 ⁻⁴ a	7.64X10 ⁻⁴ a	2.71X10 ⁻⁴ a	7.42X10 ⁻³ a	2.44X10 ⁻³ a	-1.0X10 ⁻⁴ b	1.14X10 ⁻³ a
45	1.26X10 ⁻³ a	6.11X10 ⁻⁴ a	4.73X10 ⁻⁴ a	1.11X10 ⁻³ a	4.97X10 ⁻⁴ a	4.13X10 ⁻⁴ a	1.45X10 ⁻⁴ a	1.12X10 ⁻³ a	8.54X10 ⁻⁴ b	2.26X10 ⁻³ a	1.7X10 ⁻⁵ a
DENSIDAD											
30	9.22X10 ⁻⁴ a	6.53X10 ⁻⁴ b	5.83X10 ⁻⁴ a	3.49X10 ⁻⁴ b	6X10 ⁻⁴ a	9.63X10 ⁻⁴ a	1.5X10 ⁻⁴ a	9.20X10 ⁻⁴ a	1.56X10 ⁻³ a	-1.36X10 ⁻⁴ b	1.31X10 ⁻³ a
50	9.51X10 ⁻⁴ a	8.28X10 ⁻⁴ ab	2.25X10 ⁻⁴ a	7.09X10 ⁻⁴ ab	3.38X10 ⁻⁴ a	6.58X10 ⁻⁴ a	-2.58X10 ⁻⁴ a	2.03X10 ⁻³ a	1.60X10 ⁻³ a	6.14X10 ⁻⁴ ab	7.99X10 ⁻⁴ a
70	1.16X10 ⁻³ a	4.7X10 ⁻⁴ a	5.88X10 ⁻⁴ a	1.05X10 ⁻³ ab	4.18X10 ⁻⁴ a	6.13X10 ⁻⁴ a	3.22X10 ⁻⁴ a	6.41X10 ⁻⁴ s	6.67X10 ⁻⁴ a	1.47X10 ⁻³ a	3.31X10 ⁻⁴ a

* Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 5A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para tasa de crecimiento del cultivo (TCC) en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano, 1985A.

FUENTE DE VARIACION	GL	Cuadrados Medios										
		Días después de emergencia										
		11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
Replicaciones (Rep)	1	4X10 ⁻⁸ ns	1X10 ⁻⁸ ns	1X10 ⁻⁸ ns	2X10 ⁻⁸ ns	1.7X10 ⁻⁷ ns	9.9X10 ⁻⁷ ns	8.8X10 ⁻⁷ ns	7.2X10 ⁻⁷ ns	8.3X10 ⁻⁷ ns	1.16X10 ⁻⁵ *	18.13X10 ⁻⁶ **
Distancias (Dist)	2	1.5X10 ⁻⁶ ns	1X10 ⁻⁷ ns	4X10 ⁻⁸ ns	1X10 ⁻⁷ ns	5.5X10 ⁻⁸ ns	5X10 ⁻⁷ ns	1.05X10 ⁻⁷ ns	2.44X10 ⁻⁷ ns	3.22X10 ⁻⁶ ns	1.26X10 ⁻⁵ ns	2.8X10 ⁻⁶ ns
Rep* Dist (Error a)	2	8.5X10 ⁻⁷	5X10 ⁻⁸	1.5X10 ⁻⁸	6X10 ⁻⁸	3X10 ⁻⁸	1X10 ⁻⁷	1.18X10 ⁻⁶	1.95X10 ⁻⁷	3X10 ⁻⁸	1.05X10 ⁻⁶	1X10 ⁻⁵
Densidades (Dens)	2	2.25X10 ⁻⁶ ns	5X10 ⁻⁸ ns	1X10 ⁻⁷ ns	3X10 ⁻⁷	1X10 ⁻⁷ ns	2X10 ⁻⁷ ns	8.2X10 ⁻⁶ ns	2.5X10 ⁻⁶ ns	7.05X10 ⁻⁷ ns	3.2X10 ⁻⁶ ns	5.7X10 ⁻⁷ ns
Dist* Dens	4	3.45X10 ⁻⁶ ns	5X10 ⁻⁸ ns	5X10 ⁻⁹ ns	1X10 ⁻⁷	1X10 ⁻⁷ ns	3.5X10 ⁻⁶ ns	7.2X10 ⁻⁷ ns	4.8X10 ⁻⁷ ns	9.5X10 ⁻⁷ ns	3.9X10 ⁻⁶ ns	5.28X10 ⁻⁶ **
Error (b)	6	5.2X10 ⁻⁷	4X10 ⁻⁸	6X10 ⁻⁸	1.2X10 ⁻⁷	3.1X10 ⁻⁷	3.8X10 ⁻⁷	7.9X10 ⁻⁷	1.54X10 ⁻⁶	1.054X10 ⁻⁶	1.07X10 ⁻⁶	5.1X10 ⁻⁷
CV(%)		57.49	51.91	81.79	66.68	117.86	94.47	497.64	118.66	112.39	172.92	105.49

*: Significante al nivel del 5%. **: Significante al nivel del 1%. ns: No significativo.

Pruebas de Duncan al Nivel del 5%:

DISTANCIA		Promedios Ordenados										
		Días después de emergencia										
		11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
15		1.67X10 ⁻² a	5.96X10 ⁻⁴ a	3.62X10 ⁻⁴ a	5.51X10 ⁻⁴ a	3.93X10 ⁻⁴ a	9X10 ⁻⁴ a	8X10 ⁻⁵ a	1.73X10 ⁻³ a	3.9X10 ⁻⁴ b	-2.8X10 ⁻⁴ a	9.55X10 ⁻⁴ a
30		2.08X10 ⁻² a	3.7X10 ⁻⁴ a	3.09X10 ⁻⁴ a	3.34X10 ⁻⁴ a	5.78X10 ⁻⁴ a	7.38X10 ⁻⁴ a	3.28X10 ⁻⁴ a	4.74X10 ⁻⁴ b	1.75X10 ⁻⁴ a	-4X10 ⁻⁶ ab	1.18X10 ⁻³ a
45		2.67X10 ⁻² a	2.53X10 ⁻⁴ a	2.05X10 ⁻⁴ a	6.85X10 ⁻⁴ a	4.38X10 ⁻⁴ a	3.16X10 ⁻⁴ a	1.27X10 ⁻⁴ a	9.31X10 ⁻⁴ b	6.12X10 ⁻⁴ b	2.39X10 ⁻³ a	1.07X10 ⁻⁴ a
DENSIDAD												
30		2.82X10 ⁻² a	4.24X10 ⁻⁴ a	3.31X10 ⁻⁴ a	2.5X10 ⁻⁴ a	6.11X10 ⁻⁴ a	8.60X10 ⁻⁴ a	3.92X10 ⁻⁴ a	6.78X10 ⁻⁴ a	1.11X10 ⁻³ a	1.5X10 ⁻⁵ a	1.02X10 ⁻³ a
50		1.97X10 ⁻² a	4.98X10 ⁻⁴ a	1.38X10 ⁻⁴ a	5.97X10 ⁻⁴ a	3.38X10 ⁻⁴ a	5.68X10 ⁻⁴ a	-2.49X10 ⁻⁴ a	1.79X10 ⁻³ a	1.10X10 ⁻³ a	6.8X10 ⁻⁴ a	5.92X10 ⁻⁴ a
70		1.63X10 ⁻² a	2.96X10 ⁻⁴ a	4.07X10 ⁻⁴ a	7.23X10 ⁻⁴ a	4.59X10 ⁻⁴ a	5.26X10 ⁻⁴ a	3.91X10 ⁻⁴ a	6.62X10 ⁻⁴ a	5.23X10 ⁻⁴ a	1.47X10 ⁻³ a	4.28X10 ⁻⁴ a

*Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 6A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para tasa de crecimiento relativo (TCR) en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1985A.

FUENTE DE VARIACION	GL	Cuadrados Medios										
		Días después de emergencia										
		11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
Replicaciones (Rep)	1	6.14X10 ⁻⁴ ns	1.12X10 ⁻³ ns	2.89X10 ⁻⁴ ns	7.21X10 ⁻⁵ ns	1.29X10 ⁻³ ns	2.99X10 ⁻³ ns	4.13X10 ⁻³ ns	2.80X10 ⁻³ ns	1.09X10 ⁻³ ns	8.09X10 ⁻³ ns	1.9X10 ⁻⁴
Distancias (Dist)	2	5.31X10 ⁻⁵ ns	1.8X10 ⁻³ ns	2.1X10 ⁻⁴ ns	9X10 ⁻³ ns	7.9X10 ⁻⁴ ns	1.97X10 ⁻³ ns	9.18X10 ⁻⁴ ns	3.65X10 ⁻³ ns	8.60X10 ⁻³ **	1.18X10 ⁻² ns	2.71X10 ⁻³ ns
Rep* Dist (Error a)	2	1.1X10 ⁻³	1.8X10 ⁻³	1.1X10 ⁻³	1.05X10 ⁻³	2X10 ⁻⁴	1.16X10 ⁻⁴	5.3X10 ⁻³	1.2X10 ⁻³	6.66X10 ⁻⁶	1X10 ⁻³	7.7X10 ⁻³
Densidades (Dens)	2	5.4X10 ⁻⁴ ns	7.3X10 ⁻³ ns	7.7X10 ⁻³ ns	8.3X10 ⁻³ ns	2.10X10 ⁻³ ns	5.7X10 ⁻⁴ ns	2.8X10 ⁻³ ns	8.34X10 ⁻³ ns	1.04X10 ⁻³ ns	3.34X10 ⁻³ ns	1.53X10 ⁻³ ns
Dist* Dens	4	5X10 ⁻⁴ ns	1.58X10 ⁻³ ns	2X10 ⁻³ ns	2.9X10 ⁻³ ns	2.20X10 ⁻³ ns	6.8X10 ⁻⁴ ns	6.48X10 ⁻³ ns	1.8X10 ⁻³ ns	2.80X10 ⁻³ ns	4.28X10 ⁻³ ns	7.65X10 ⁻⁴
Error(b)	6	9.56X10 ⁻⁴	3.36X10 ⁻³	2.99X10 ⁻³	1.61X10 ⁻³	3.43X10 ⁻³	2.34X10 ⁻³	3.59X10 ⁻³	4.45X10 ⁻³	4.68X10 ⁻³	1.69X10 ⁻³	8.55X10 ⁻⁴
CV(%)		50.20	48.82	78.25	44.57	116.80	84.67	988.21	107.26	140.62	192.62	102.60

*: Significante al nivel del 5%. **: Significante al nivel del 1%. ns: No significativa.

Pruebas de Duncan al nivel del 5%

		Promedios Ordenados										
		Días después de emergencia										
		11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
DISTANCIA												
15		6X10 ⁻² _a	1.4X10 ⁻¹ _a	6X10 ⁻² _a	6X10 ⁻² _a	4X10 ⁻² _a	7X10 ⁻² _a	1X10 ⁻² _a	1X10 ⁻¹ _a	1X10 ⁻² _a	8X10 ⁻³ _b	4X10 ⁻² _a
30		6X10 ⁻² _a	1.1X10 ⁻¹ _a	8X10 ⁻² _a	7X10 ⁻² _a	6X10 ⁻² _a	6X10 ⁻² _a	2X10 ⁻² _a	3X10 ⁻² _a	1X10 ⁻² _a	1X10 ⁻³ _b	4X10 ⁻² _a
45		6X10 ⁻² _a	1.1X10 ⁻¹ _a	7X10 ⁻² _a	1.3X10 ⁻¹ _a	5X10 ⁻² _a	4X10 ⁻² _a	1X10 ⁻² _a	7X10 ⁻² _a	4X10 ⁻² _b	7X10 ⁻² _a	4X10 ⁻³ _a
DENSIDAD												
30		5X10 ⁻² _a	1.2X10 ⁻¹ _a	8X10 ⁻² _a	5X10 ⁻² _b	7X10 ⁻² _a	7X10 ⁻² _a	2X10 ⁻² _a	4X10 ⁻² _a	6X10 ⁻² _a	2X10 ⁻³ _a	4X10 ⁻² _a
50		6X10 ⁻² _a	1.5X10 ⁻¹ _a	3X10 ⁻² _a	1X10 ⁻² _{ab}	4X10 ⁻² _a	5X10 ⁻² _a	2X10 ⁻² _a	1X10 ⁻¹ _a	5X10 ⁻² _a	2X10 ⁻² _a	2X10 ⁻² _a
70		7X10 ⁻² _a	8X10 ⁻² _a	1X10 ⁻¹ _a	1.2X10 ⁻¹ _a	4X10 ⁻² _a	5X10 ⁻² _a	2X10 ⁻² _a	3X10 ⁻² _a	3X10 ⁻² _a	4.5X10 ⁻² _a	4X10 ⁻² _a

* Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 7A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para relación de área foliar (RAF) en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1965A.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	Cuadrados Medios después de emergencia											
		4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
Replicaciones (Rep)	1	290078,66 ns	458.18 ns	1166,14 ns	395,79 ns	167.84 ns	79,17 ns	290.51 ns	136,13 ns	214,70 ns	364,31 ns	412.77*	149,62 ns
Distancias (Dist)	2	344343,82 ns	949,64 ns	223,26 ns	315,17 ns	861.68 ns	144,93 ns	170.82 ns	470.02 ns	171,53 ns	167,68*	5.44ns	75.97 ns
Rep* Dist (Error a)	2	60476	3908,23	89.76	634.06	412.92	233.60	138.49	432.55	40.35	4.68	92.09	98.12
Densidades (Dens)	2	461048,26ns	5231,23ns	785.38 ns	3153.57ns	4366.42ns	10.50ns	27.40ns	93.16ns	74.55 ns	3.01ns	18.03na	9.56ns
Dist* Dens	4	535705.15ns	9974.48ns	855.90ns	1359.11ns	458.47ns	486.57ns	335.09ns	27.40ns	47.32ns	151.76ns	45.04ns	126.67ns
Error (b)	6	583438.04	10967.33	1628.69	1611.19	805.66	128.90	149.72	218.22	90.27	112.30	41.73	84.35
CV(%)		145.73	44.74	26.16	25.72	23.45	12.05	16.85	23.29	19.54	28.84	20.60	27.60

*:Significante al nivel del 5%. **: Significante al nivel del 1%. ns: No significativo.

Pruebas de Duncan al nivel del 5%

DISTANCIA	Promedios ordenados											
	Días después de emergencia											
	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
15	263.69a	231.41a	157.56a	148.42a	133.42a	88.56a	71.22a	64.87a	42.73a	32.53b	31.03a	36.04a
30	735.10a	247.58a	157.96a	155.79a	136.95a	97.11a	68.15a	53.95a	49.97a	35.02a	32.43a	38.25a
45	573,33a	223,11a	147.20a	163.40a	114.65a	73.43a	78.53a	76.47a	53.17a	42.67a	30.62a	31.29a
DENSIDAD												
30	250.35a	262.73a	145.32a	141.00a	143.04a	93.01a	74.53a	65.32a	47.31a	36.46a	32.33a	33.84a
50	517.33a	235.62a	150.26a	144.69a	144.78a	94.05a	70.32a	66.07a	45.95a	36.21a	29.36a	35.40a
70	894.64a	203.74a	167.14a	182.43a	97.21b	95.64a	78.04a	58.98a	52.62a	37.54a	32.39a	36.34a

*Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 8A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para altura de planta en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1985A.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	Cuadros Medios											
		Días después de emergencia											
		4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
Replicaciones (ep.)	1	7.38 ns	1.93 ns	1.93 ns	0.08 ns	0.37 ns	16.43 ns	2.42 ns	5.33 ns	17.01 ns	5.12 ns	1.50 ns	8.82 ns
Distancias (Dist.)	2	17.79 ns	32.29 ns	32.29 ns	79.81 ns	143.60 ns	244.57 ns	328.51 ns	366.40 ns	674.72 ns	696.16 ns	489.53 ns	507.78 ns
Rep. * Dist. (Error a)	2	8.84	9.34	9.34	30.43	100.39	145.50	203.50	121.60	53.41	345.19	145.92	114.02
Dens.	2	6 ns	0.43 ns	0.43 ns	8.47 ns	39.24 ns	4.54 ns	32.90 ns	255.07*	83.16 ns	26.43 ns	210.81*	71.41 ns
Dist. Dens.	4	14.22 ns	28.54 ns	28.54 ns	66.82 ns	59.66 ns	133.19*	46.17 ns	104.33 ns	111.04 ns	294.54*	75.59 ns	213.30*
Error (b)	6	5.15	6.54	10.54	19.34	30.77	21.38	20.60	49.57	65.08	55.29	29.45	39.07
CV(%)		11.64	8.07	8.07	8.22	8.38	6.24	5.56	7.87	8.23	6.78	5.03	5.30

* Significante al 5%. ** Significante al 1%. ns no significativo.

Pruebas de Duncan al nivel del 5%.

DISTANCIA (cms)	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
15	21.41a	34.35a	34.35a	57.40 a	71.47a	81.38a	89.39a	97.10a	107.90a	20.18a	117.52a	123.30a
30	19.00a	30.40a	30.40a	52.96a	65.17a	71.37a	80.95a	89.75a	98.35ab	10.35a	106.18a	123.08a
45	18.08a	30.27a	30.27a	50.16a	61.83a	69.52a	74.62a	81.48a	87.67b	98.67a	99.67a	107.30a
DENSIDAD (Kg/ha)	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
30	18.30a	31.38a	31.38a	53.72a	65.53a	74.67a	79.95a	93.17a	98.72a	109.13a	104.40b	117.53a
50	19.50a	31.92a	31.92a	52.23a	68.97a	71.22a	80.67a	81.92b	93.93a	108. a	104.33b	114.68a
70	20.50a	31.72a	31.72a	54.58a	63.97a	76.38a	84.32a	93.25a	101.27a	112.07a	114.63a	121.55a

* Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 9A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para número de hojas por planta en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1985A.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	Cuadrados Medios											
		Días después de emergencia											
		4	11	18	25	32	39	46	53	50	67	74	81
Replicaciones (Rep)	1	0.88 ns	17.11ns	0.00ns	1.15 ns	17.01 ns	28.50ns	28.12ns	26.40 ns	3.08 ns	95.68ns	10.12ns	27.50ns
Distancias (Dist)	2	61.93 ns	82.19*	177.26*	216.97*	414.92ns	30.18ns	181.56ns	55.56 ns	398.06ns	0.29ns	82.54ns	355.96ns
Rep* Dist (Error a)	2	7.76	3.94	2.79	4.56	118.38	22.59	20.63	109.47	64.66	326.67	74.54	84.35
Densidades (Dens)	2	1.26 ns	7.36ns	15.54ns	14.59*	201.26ns	164.38ns	97.29*	166.88ns	129.11ns	1.91ns	51.32ns	222.61*
Dist* Dens	4	1.36ns	14.37ns	12.92ns	10.13*	52.31ns	168.75ns	86.94*	122.94ns	122.17ns	24.78ns	33.09ns	123.29ns
Error (b)	6	2.05	4.34	24.23	2.09	42.13	120.49	19.06	143.78	33.73	30.83	52.82	27.44
CVC (%)		17.32	15.49	27.01	6.39	21.78	36.48	13.02	41.84	18.05	14.97	20.05	16.03

*: Significante al nivel del 5% **: Significante al nivel del 1%. ns: No significativo.

Pruebas de Duncan al nivel del 5%

DISTANCIA	Promedios medios ordenados											
	Días después de emergencia											
	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
15	11.910	17.67a	24.42a	29.42a	38.83a	32.67a	39.79a	31.22a	40.62a	37.25a	32.58a	34.12a
30	7.08a	11.92b	16.00b	20.54b	28.12a	29.04a	31.29a	29.46a	24.37a	36.83a	36.17a	26.04a
45	5.83a	10.75b	14.25b	17.95b	22.46a	28.57a	50.29a	31.51a	37.17a	37.17a	40.00a	30.87a
DENSIDAD												
30	8.58a	14.71a	18.28a	22.71ab	24.00b	25.90a	31.83b	30.46a	27.79b	36.54a	34.67a	20.96a
50	7.75a	13.00a	19.80a	20.00ab	29.83ab	28.42a	30.62b	22.72a	31.72ab	37.04a	34.46a	32.00a
70	8.50a	12.63a	16.58a	24.16a	35.58a	35.96a	38.12a	32.79a	37.00a	37.67a	39.62a	35.08a

*Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 10A. Análisis de varianza y pruebas de Duncan por lectura para número de macollas por planta en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1985A.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	Cuadrados Medios											
		Días después de emergencia											
		4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
Replicaciones (Rep)	1	0.01ns	0.03ns	0.03ns	1.68ns	0.43ns	3.34ns	0.06ns	6.53ns	1.00ns	2.72 ns	0.89ns	0.93ns
Distancias(Dist)	2	8.04ns	10.60*	8.85ns	6.38*	9.70ns	2.84ns	8.85ns	20.87ns	20.70ns	2.07ns	1.19ns	26.65ns
Rep*Dist (Error a)	2	1.34	0.39	1.79	0.17	3.95	0.25	4.35	4.97	3.19	16.79	7.90	6.86
Densidades(Dens)	2	0.54ns	0.07ns	0.27ns	0.03ns	5.20ns	8.17ns	5.63ns	0.97ns	5.45ns	0.54ns	2.84ns	6.78*
Dist*Dens	4	0.33ns	2.12ns	1.00ns	0.99ns	2.83ns	5.15ns	2.08ns	14.03*	2.04ns	1.14ns	0.36ns	3.01ns
Error(b)	6	0.48	1.26	1.14	0.51	1.47	2.83	1.46	2.34	1.55	1.83	2.59	1.04
CV(%)		26.98	27.21	21.68	13.14	16.85	23.81	15.36	19.64	16.00	14.64	16.47	12.89

*: Significante al nivel del 5%. **: Significante al nivel del 1%. ns: No significativo.

TABLA 6A.. Prueba de rango múltiple de Duncan para número de macollas de avena

DISTANCIA	Promedios ordenados											
	Días después de emergencia											
	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81
15	3.91a	5.5a	6.21a	6.58a	8.62a	7.08ab	9.25a	9.72a	9.58a	9.79a	9.50a	10.08a
30	2.00a	3.92b	4.79a	5.04b	6.83a	6.37b	7.33a	7.67a	5.87a	8.62a	9.54a	5.87a
45	1.83a	2.92b	3.79a	4.62b	6.17a	7.75a	7.00a	6.00a	7.92a	9.33a	10.29a	7.77a
DENSIDAD												
30	2.83a	4.00a	4.87a	5.46a	6.17b	6.42a	7.50a	7.92a	6.71a	9.17a	9.08a	7.87a
50	2.25a	4.17a	5.17a	5.46a	7.50ab	6.37a	7.12b	7.35b	8.17a	9.00a	9.79a	7.85a
70	2.66a	4.21a	4.75a	5.33a	7.96a	8.42a	8.96a	8.12a	8.50a	9.58a	10.46a	9.00a

*Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 11A. Análisis de varianza y prueba de Duncan para porcentaje de materia seca (PMS) en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1985A.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADO MEDIO
Replicaciones (Rep)	1	0.93ns
Distancias (Dist)	2	9.42 ns
Rep* Dist (Error a)	2	36.87
Densidades	2	1.33ns
Dist* Dens	4	2.50ns
Error (b)	6	23.26
C.V.(%)		20.60

ns: No significativa.

Prueba de Duncan al nivel del 5%

	PROMEDIO ORDENADO
DISTANCIA	
15	23.09a
30	22.36a
45	24.80a
DENSIDADES	
30	23.20a
50	23.09a
70	23.96a

*Promedios con las mismas letras no presentan diferencias estadísticas significativas al nivel del 5%.

TABLA 12A. Análisis de varianza y prueba de Duncan para producción de materia seca (PRMS) en las distancias y densidades estudiadas. San Cayetano. 1985A.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADO MEDIO
Replicaciones (Rep)	1	10.00 ns
Distancias (Dist)	2	9.01 ns
Rep* Dist (Error a)	2	10.28
Densidades	2	2.28 ns
Dist X Dens	4	10.74 ns
Error (b)	6	3.10
C.V.(%)		25.60

ns: No significativa.

Prueba de Duncan al nivel del 5%

PROMEDIO ORDENADO*	
DISTANCIA	
15	8.23a
30	6.59a
45	4.83a
DENSIDADES	
30	7.30a
50	6.17a
70	7.17a

*Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas al nivel del 5%.