

ANALIZADO

APLICACION CON AMINOACIDOS COMO COMPLEMENTO A LA
FERTILIZACION QUIMICA Y ORGANICA EN EL CULTIVO
DE LA ARVEJA (*Pisum sativum*) VAR. PIQUINEGRA

JACKELINE LONDOÑO RENDON

MARTHA LILIANA NARANJO CORDOBA

MANIZALES

UNIVERSIDAD DE CALDAS

FACULTAD DE AGRONOMIA

FEBRERO 1996

17797

✓ APLICACION CON AMINOACIDOS COMO COMPLEMENTO A LA
FERTILIZACION QUIMICA Y ORGANICA EN EL CULTIVO
DE LA ARVEJA (Pisum sativum) VAR. PIQUINEGRA

JACKELINE ✓ LONDONO RENDON

MARTHA LILIANA NARANJO CORDOBA

Este trabajo se presenta como
requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo

Presidente de tesis:
I.A. REINALDO CASTRO

MANIZALES

UNIVERSIDAD DE CALDAS

FACULTAD DE AGRONOMIA

FEBRERO 1996

NOTA DE ACEPTACION

DOCTOR REINALDO CASTRO G.



PRESIDENTE DE TESIS

DOCTOR LUIS FLOREZ E.



JURADO

DOCTOR ARNUBIO VALENCIA



JURADO

DOCTOR WILLIAM HINCAPIE



JURADO

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos:

A los Doctores

REINALDO CASTRO (Presidente de tesis)

LUIS FLÓREZ ESPINOZA

ARNUBIO VALENCIA

WILLIAM HINCAPIE

Al señor

JESUS ALBERTO ALZATE,

Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE HICIERON POSIBLE LA
REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

JACKELINE, MARTHA LILIANA

DEDICATORIA

Dedico a:

Mi madre ANA MARÍA, quién con su amor y esfuerzo forjó para mi un futuro mejor

Mis hermanas ANGELICA Y EUGENIA, mis amigas de siempre

Mis hermanos EVER, ANIBAL Y JORGE

Mi hija STEFANIA a quién amo con toda mi alma.

Mi esposo MAURICIO, quién con su apoyo me ha estimulado para seguir siempre adelante

Y a DIOS infinitas gracias

MARTHA LILIANA

Mis padres, un millón de gracias por los años de esfuerzo y dedicación en pos de un mejor futuro para una familia de verdad.

Mis hermanas BLANCA LIBIA, LILIANA Y DORIS AMANDA NAVIA

DANIEL PAREJA LONDOÑO.

Y a DIOS infinitas gracias

JACKELINE

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. MARCO CONCEPTUAL	3
2.1. OBJETIVO GENERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. ANTECEDENTES	4
3.1. CICLO DE VIDA Y REQUERIMIENTO HIDRICO	4
3.2. SUELOS	6
3.3. FERTILIZACION	6
3.3.1 Requerimientos nutricionales	8
3.4. FERTILIZACION CON AMINOACIDOS	9
3.4.1 Métodos de obtención de aminoácidos para el Uso agrícola	12
3.4.1.1 Síntesis de aminoácidos	13
3.4.1.2 Hidrólisis ácida	13
3.4.1.3 Hidrólisis ácida controlada	13
3.4.1.4 Hidrólisis enzimática	14
3.5. AMINOACIDOS EN LAS PLANTAS	15

	Página	
3.5.1	Mecanismos de absorción de quelatos de aminoácidos por las células vegetales	17
3.5.2	Contenido de aminoácidos en las plantas y su relación con el suministro de nutrientes	19
4.	METODOLOGIA	21
4.1.	LOCALIZACION DEL ENSAYO	21
4.2.	CARACTERISTICAS DEL ENSAYO	21
4.2.1	Material de siembra	21
4.2.2	Labores realizadas e insumos utilizados	23
4.3.	TRATAMIENTO A EVALUAR	26
4.4.	DISEÑO EXPERIMENTAL	26
4.5.	VARIABLES	28
4.5.1	Variables cuantitativas	28
4.5.2	Variables cualitativas	29
4.6.	ANALISIS ESTADISTICO	30
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	31
5.1.	INICIO DE FORMACION DE GUIA	31
5.2.	DURACION DE LA ETAPA VEGETATIVA	33
5.3.	INICIO DE FORMACION DE VAINAS	36
5.4.	INICIO DE COSECHA	36
5.5.	RENDIMIENTO	40
5.5.1	Componentes del rendimiento	43
5.5.1.1	Peso de vainas	43
5.5.1.2	Número de granos por vaina	46
5.6.	INCIDENCIA E INTENSIDAD DE <i>Ascochyta pisi</i>	49

	Página
5.7. NODULACION POR BACTERIAS NITRIFICANTES (<u>Rhizobium</u> sp)	50
5.8. ANALISIS DE RENTABILIDAD	52
5.8.1 Relación Beneficio / costo	52
6. CONCLUSIONES	57
7. RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFIA	

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Comparación de la concentración molar de los aminoácidos encontrados en la savia del xilema de plantas de alfalfa (<i>M. sativa</i>) fertilizadas con NH_4NO_3 (Nitrato de Amonio, raíces no noduladas) y plantas cuya fuente de Nitrógeno fué N_2 (Nitrógeno gaseoso, raíces noduladas)	17
TABLA 2. Análisis de suelos	22
TABLA 3. Composición química del producto a emplear como fuente de aminoácidos	25
TABLA 4. Tratamientos a evaluar	27
TABLA 5. ANAVA para inicio de formación de guía	31
TABLA 6. Prueba de Tuckey inicio de formación de guía	33
TABLA 7. ANAVA para días a floración	35
TABLA 8. ANAVA para inicio de formación de vainas	36
TABLA 9. ANAVA para inicio de cosecha	38
TABLA 10. Promedio días a formación de guía, floración, formación de vainas e inicio de cosecha	39
TABLA 11. ANAVA rendimiento	43
TABLA 12. Prueba de Tuckey para rendimiento	43
TABLA 13. ANAVA peso de vainas	45

	Página
TABLA 14. Prueba de Tuckey para peso de vainas	46
TABLA 15. ANAVA para número de granos por vaina	48
TABLA 16. Pruebas de Tuckey para número de granos por vaina	48
TABLA 17. Promedio número de granos por vaina, peso vainas, peso fresco 100 semillas y rendimiento (vainas verdes)	49
TABLA 18. Promedio de la incidencia / intensidad (%) de A. pisi en 2 etapas de desarrollo	50
TABLA 19. Número de colonias de Rhizobium en cultivos de raíz / suelo	51
TABLA 20. Costos de producción y precio de venta por hectárea	52
TABLA 21. Relación beneficio / costo	53
TABLA 22. Costos de producción (mano de obra)	54
TABLA 23. Costos de producción (insumos)	55

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Estructura general de un catión quelatado por un aminoácido	10
FIGURA 2. Estructura general de un catión quelatado por un polipéptido	11
FIGURA 3. Días a formación de guía	32
FIGURA 4. Duración de la etapa vegetativa (días a floración)	34
FIGURA 5. Inicio de formación de vainas	37
FIGURA 6. Días a inicio de cosecha	40
FIGURA 7. Rendimiento (Ton / Ha)	42
FIGURA 8. Peso promedio de vainas (gramos)	44
FIGURA 9. Número de granos por vaina	47

RESUMEN

El presente ensayo se realizó en la localidad de Aranzazu, en la vereda Chambery, finca Tórtolas a una altura de 1800 msnm con una temperatura promedio de 18 ° C y sobre suelos de origen volcánico.

El objetivo general del trabajo fué evaluar el efecto que tiene la aplicación de aminoácidos como complemento de la fertilización química y orgánica sobre el cultivo de arveja (*P. sativum*) var piquinegra.

Dicho efecto se evaluó sobre las etapas de desarrollo del cultivo y sobre los componentes del rendimiento.

Se encontró que la aplicación de aminoácidos no afectó la duración del ciclo de desarrollo de las plantas; pero si promovió un incremento en el rendimiento de la arveja, (9.1 Ton / Ha vaina verde), siendo el mas alto obtenido en el ensayo; cuando los aminoácidos fueron utilizados como

complemento de la fertilización química (tto 5: 300 Kg / Ha 10-30-10 + 75 Kg Urea + 2 L / Ha de aminoácidos) comparado con el testigo (5.28 Ton / Ha vaina verde) al que se le aplicó la fertilización tradicional en zona cafetera que corresponde a 500 Kg de 10-30-10 + 4 Ton / Ha de materia orgánica.

Sin embargo cuando se combinó Materia Orgánica con aminoácidos se obtuvieron rendimientos inferiores al promedio nacional (6.12 vs 8 ton / Ha vaina verde). Las dosis de este tratamiento fueron de 4 Ton / Ha de Materia orgánica + 2 L aminoácidos.

1. INTRODUCCION

La fertilización tiene como objetivo primordial permitir que la planta exprese su máximo potencial productivo para lograr una alta rentabilidad (Monómeros Colombo-venezolanos 198_?). Pero para lograr esta meta de rendimiento y rentabilidad, la fertilización debe basarse en parámetros técnicos, ya que cantidades importantes del fertilizante aplicado al suelo pueden no ser aprovechadas debido a que la planta no las asimila con la velocidad suficiente, causando pérdidas del producto por lixiviación, adsorción por los coloides del suelo, entre otros factores.

En el caso de las hortalizas en la zona cafetera, estos parámetros (origen del suelo, requerimientos nutricionales del cultivo, contenido de nutrientes en el suelo, propiedades físicas, factores climáticos, entre otros) no se consideran para implementar planes efectivos de fertilización.

A esta limitante de tipo técnico se le suma el hecho de que

en nuestro país la investigación en hortalizas es incipiente y las consecuencias inmediatas son: la subutilización de los recursos disponibles, bajo rendimiento y escasa rentabilidad. Todo esto se refleja en los volúmenes de importación de arveja que según la Sociedad de Agricultores de Colombia (1995) para este año fueron del orden de 44.088 Ton de arveja seca para cubrir parte de la demanda nacional, lo cual no sería necesario si se aprovechara el potencial productivo del área en Arveja del país, que es igual a 168.000 Ton / Ha / año vaina verde.

El presente estudio pretende evaluar si sustancias como los aminoácidos aplicados vía radicular permiten una mayor eficacia en la asimilación de los elementos mayores que hay en el suelo, obteniendo cosechas anticipadas y altos rendimientos (como lo afirma Bioibérica, 1989), buscando mejorar las técnicas de producción de hortalizas para llegar a cubrir la demanda del mercado nacional.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el efecto que tiene la aplicación de aminoácidos como complemento de la fertilización química y orgánica, sobre el cultivo de la arveja (*Pisum sativum*), variedad piquinegra.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Observar la influencia de la fertilización con aminoácidos sobre el tiempo transcurrido desde la germinación hasta la floración, inicio de formación de vainas e inicio de la cosecha.

2. Evaluar la respuesta del cultivo a la acción del patógeno (*Ascochyta pisi*) cuantificando la incidencia e intensidad de dicha enfermedad, en la época de floración y formación de vainas; en los diferentes tratamientos.

3. Cuantificar la producción del cultivo por medio de los componentes del rendimiento, como respuesta a la combinación de los fertilizantes.

4. Analizar el efecto de la aplicación de aminoácidos vía radicular, sobre la nodulación causada por las bacterias nitrificantes en el sistema de raíces de la arveja.

5. Comparar la rentabilidad del cultivo en los diferentes tratamientos evaluados mediante la relación beneficio / costo.

3. ANTECEDENTES

3.1 CICLO DE VIDA Y REQUERIMIENTO HIDRICO

Castro, 1992, considera las siguientes etapas de desarrollo

- V₀: Siembra a emergencia, transcurren entre 8 y 10 días, requerimiento hídrico: 4 mm / día.
- V₁: Inicio de formación de guía , 10 a 15 días, etapa de plántula. 3 mm / día.
- V₂: Comprende el tiempo transcurrido desde la formación de guía o zarcillo hasta el inicio de floración. (40 a 45 días después de emergencia). 3 mm / día.
- R₁: Desde el periodo de plena floración hasta el inicio de formación de vainas (55 a 65 días después de emergencia), 5 mm / día.
- R₂: Formación de vainas (70 a 80 días después de

emergencia), 6 mm / día.

R₃: Llenado de vainas (90 a 100 días después de emergencia), 8 mm / día.

R₄: Madurez fisiológica

3.2 SUELOS

Se cultiva en gran variedad de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, siempre y cuando haya un buen drenaje. (FEDERACAFE, 198_?). Según Caicedo, citado por el ICA, 198_? prefiere suelos con textura franco arenosa a franco arcillosa.

Como la mayoría de leguminosas, prefiere suelos ligeramente ácidos, aunque no tolera acidez en exceso. El pH requerido está entre 5.5 y 6.5. (FEDERACAFE, 198_?).

3.3 FERTILIZACION

La mayoría de la arveja producida en el mundo es obtenida con bajos niveles de fertilización, debido en gran parte a que las plantas se benefician del Nitrógeno fijado por

Rhizobium sp. en simbiosis. (Muehlbaver en Informe agropecuario, 1989).

En muchos casos no hay necesidad de aplicar Nitrógeno en el cultivo, una adición excesiva podría provocar reducción en la tasa de fijación simbiótica. (Hawthara and Pollard en informe agropecuario, 1989).

Según Muehlbaver et al., en Informe agropecuario, 1989. Para el inicio de crecimiento de la arveja (*P. sativum*) en suelos muy pobres en materia orgánica y Nitrógeno deben ser usadas pequeñas dosis de Nitrógeno (15 Kg / Ha) como abono de arranque.

Con una producción de 220 Kg / Ha, solamente a través de la descomposición de la paja de arveja ocurre una liberación de 43 Kg de Nitrógeno, sin tener en cuenta el Nitrógeno contenido en las raíces. Con esa productividad son tomados por los granos cerca de 125 Kg de Nitrógeno; por lo tanto no se recomienda una aplicación de Nitrógeno en cultivos que presente buena nodulación.

El Fósforo es tal vez el elemento mas limitante en el cultivo, además de ser esencial para la planta y también un importante nutriente para la bacteria fijadora de

Nitrógeno. (Informe Agropecuario, 1989).

Oliveira en Informe agropecuario, 1989; afirma no haber encontrado respuesta al Potasio en el cultivo de arveja (P. sativum) en el Brasil.

La arveja (P. sativum) es un cultivo exigente en Fósforo y Potasio para la obtención de altos rendimientos. (FEDERACAFE, 198_?).

Las aplicaciones de materia orgánica en suelos minerales son benéficas al mejorar las condiciones del suelo y la disponibilidad de nutrientes a largo plazo, sin embargo las necesidades deben evaluarse según el suelo.

3.3.1 Requerimientos nutricionales

Según Muehlbaver, (en informe agropecuario, 1.989), las cantidades de nutrientes extraídas por 1 ton de granos producidos serían 43 Kg de Nitrógeno, 42 Kg de fósforo, 9.2 Kg de Potasio, 0.6 kg de Calcio, 1.2 kg de Magnesio y 0.8 Kg de Azufre.

Según FEDERACAFE, 198_? , la extracción aproximada de nutrientes en 1 hectárea de arveja con un rendimiento de 8

Ton / Ha en vaina, es la siguiente: 125 Kg de Nitrógeno, 30 Kg de Fósforo y 75 Kg de Potasio.

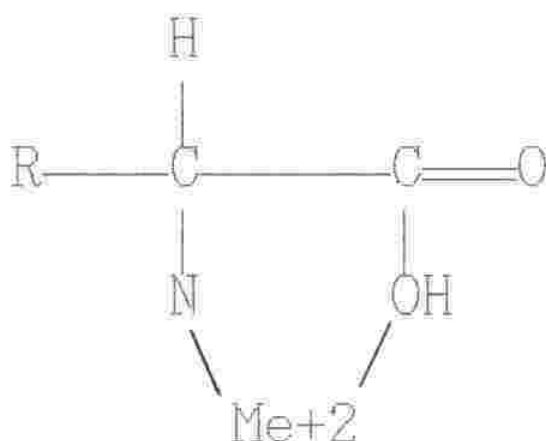
Ensayos de fertilización llevados a cabo por Rodríguez, citado por ICA (198_?), con arveja en suelos volcánicos de Antioquia y Caldas, mostraron que las plantas respondieron a aplicaciones combinadas de Fósforo, Potasio y cal pudiendo recomendarse para el área de la sabana y Urrao (Antioquia) y Villamaría (Caldas), de 4 a 6 ton / ha de cal, 200 Kg de Fósforo y 80 a 90 Kg de potasio por Hectárea. Igualmente se recomienda aplicar 125 Kg / Ha de Nitrógeno. En el oriente antioqueño se encontró máxima respuesta a aplicaciones de gallinaza y 3 Ton de cal dolomita por hectárea. Aquí es de anotarse que dado el alto costo de la gallinaza, las dosis de esta pueden rebajarse a un nivel rentable y aplicar en su defecto 25 Kg de Nitrógeno por hectárea, recomendando el autor 50 Kg de Fósforo y 16 ton de gallinaza por hectárea.

3.4 FERTILIZACION CON AMINOACIDOS

Casadella (1993), sostiene que los aminoácidos son sustancias con funciones específicas y vitales para todas las especies vegetales. Los requerimientos de aminoácidos por parte del vegetal se extienden durante todo su ciclo.

Estos desempeñan una importante función nutritiva en la germinación, en la síntesis de proteínas, en la formación de fitohormonas como algunas auxinas, etileno, porfirinas, entre otras. Así como en la regulación del balance hídrico de las plantas cuando se encuentran bajo situaciones de stress y como moléculas quelatantes de iones necesarios para el desarrollo vegetal, entre otras funciones.

Florez E. 1993 Afirma que los aminoácidos en las soluciones del suelo juegan un papel importante en la nutrición mineral y en los procesos pedogenéticos para la formación de quelatos complejos, solubles con iones metálicos.



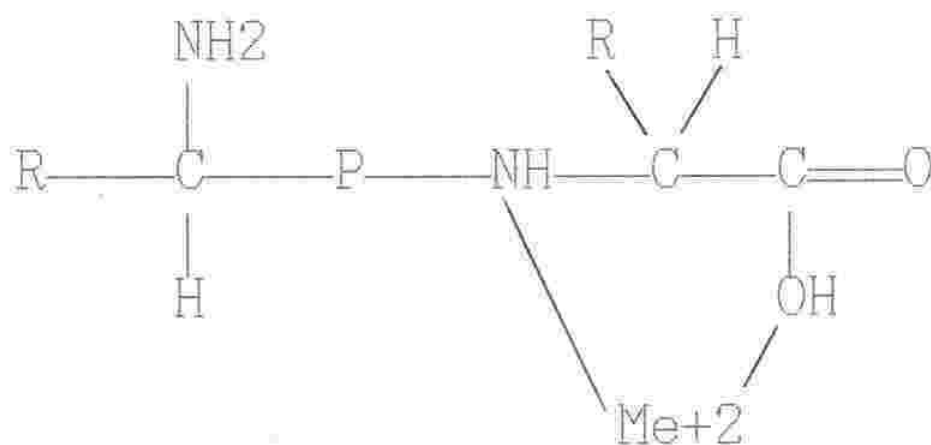
Me = Ca^{+2} , Mg^{+2} , Mn^{+2} , Fe^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} entre otros.

Figura 1. Estructura general de un catión quelatado por un aminoácido.

Los quelatos son sustancias solubles a través de enlaces covalentes coordinados de un catión divalente a 2 átomos donadores de un aminoácido para formar una estructura heterocíclica.

Estructuras similares son formadas en la materia orgánica tanto por los ácidos húmicos, producto de su descomposición, como por los residuos de proteínas en forma de polipéptidos; que por su tamaño tiene menos movilidad que los quelatos formados por aminoácidos simples y por tanto son asimilados más lentamente por la planta.

(Hincapié, W. 1996)



P= Polipéptido

Figura 2. Estructura general de un catión quelatado por un polipéptido.

El contenido de aminoácidos del suelo está influenciado por las condiciones climáticas, nivel de humedad, estado de desarrollo de la planta, especie, condiciones del cultivo, adiciones de residuos (Flórez L. 1993).

Ensayos realizados por Bioibérica (1989), con aminoácidos aplicados vía radicular han arrojado los siguientes resultados:

- Estimulación del crecimiento equilibrado con el aumento de la producción.
- Anticipación de la cosecha.
- Nascencia precoz en semillas tratadas.
- Aumento de las reservas de Nitrógeno.
- Mayor uniformidad del cultivo.
- Mayor eficacia en la asimilación de nutrientes.

3.4.1 Métodos de obtención de aminoácidos para el uso agrícola

Estos métodos tienen como objetivo obtener los aminoácidos gracias a la ruptura de los enlaces peptídicos de las proteínas.

3.4.1.1 Síntesis de aminoácidos

Además de los aminoácidos libre útiles (L) para la planta existen interferencias de otro tipo de aminoácidos (D) que la planta no está preparada para asimilar.

El valor fertilizante del producto dependerá de la eliminación de los D-aminoácidos.

3.4.1.2 Hidrólisis ácida

Ruptura de los enlaces de la proteína por acción de un ácido.

La consecuencia de la falta de selectividad de este proceso al romper los enlaces, da lugar a un producto en el que se dan numerosas destrucciones de aminoácidos, además de destruir una serie de sustancias que tienen acción fitohormonal.

3.4.1.3 Hidrólisis ácida controlada

Supone suavizar las condiciones de la hidrólisis ácida, no viéndose afectadas las sustancias con acción bioestimulantes, aunque la suavidad del medio hace que no

se rompan los enlaces de largas cadenas de aminoácidos (polipéptidos) que son difícilmente asimilables por la planta debido a su gran tamaño.

3.4.1.4 Hidrólisis enzimática.

Busca potenciar el camino que la misma planta utiliza para liberar aminoácidos. No afecta las sustancias de acción bioestimulante, los aminoácidos son fácil y rápidamente absorbidos por la planta (tipo L).

Según Casadella (1993), el hidrolizado enzimático se aplica con éxito en todo tipo de cultivos con el fin de aumentar tanto cualitativa como cuantitativamente los niveles productivos, gracias a una mejor utilización del Nitrógeno por parte de la planta, ayuda a potenciar los mecanismos de resistencia naturales de la planta frente a situaciones adversas; a un estímulo de procesos como la maduración, a la acción quelatante de sus aminoácidos, a la mejora de las características del medio edáfico, al estímulo de la polinización y fecundación, a la mejora de la calidad de los productos vegetales, al estímulo del crecimiento vegetativo y radicular, a la acción sinérgica con otros productos aplicados a los cultivos.

3.5 AMINOACIDOS EN LAS PLANTAS

Se ha observado que la incorporación de macronutrientes y elementos esenciales en las plantas, inducen cambios en los contenidos de aminoácidos.

Coronil et al. (1993), afirman que la incorporación de Carbono en los aminoácidos representa la biosíntesis de nuevos aminoácidos y la asimilación de Nitrógeno induce a corto plazo el incremento en el porcentaje de Carbono fijado dentro de los aminoácidos.

Elrifi et al. (1988). corroboran la anterior afirmación, al asegurar que en células verdes de organismos procarióticos y eucarióticos la asimilación de Nitrógeno disminuye la incorporación de Carbono a los Carbohidratos y aumenta el flujo de Carbono a los ácidos orgánicos y aminoácidos.

La asimilación de Nitrato de Amonio indujo aumento en el Carbono incorporado a la mayoría de los aminoácidos en (Anacystis nidulans). Coronil et al. (1993).

La influencia del Nitrógeno en el contenido de aminoácidos, también se refleja en las relaciones simbióticas entre

raíces y bacterias nitrificantes; tal como afirman Kim et al. (1993). Quienes aseguran que en el xilema de plantas de alfalfa (*Medicago sativa*) no noduladas (fertilizadas con Nitrato de amonio), los niveles de Glutamina fueron mas altos que los de otros aminoácidos, mientras que en plantas noduladas las proporciones relativas de Acido Aspártico, Alanina, Serina y Acido Glutámico fueron mas altos que la Glutamina.

El contenido de Glutamina (en ensayos realizados en *Anacystis nodulans*) fué muy escaso en ausencia de Nitrógeno, mientras que aumentó 300 y 900 veces en presencia de Nitrato y Amonio respectivamente. (coronil et al. 1993). Por otra parte, la Asparagina ha sido identificada como el aminoácido dominante en los nódulos y en el xilema de la alfalfa.

Kim et al. (1993), mencionan que la mayoría de aminoácidos en el xilema de la raíz de arveja ha sido estudiado en relación a la eficiencia de varias razas de *Rhizobium*, encontrándose que el contenido de Asparagina fué mas alto con las razas mas eficientes, mientras que la Glutamina podría ser dominante en simbiosis menos eficientes.

TABLA 1 Comparación de la concentración molar de los aminoácidos encontrados en la savia del xilema de plantas de alfalfa (*M. sativa*). Fertilizadas con NH_4NO_3 (nitrato de Amonio, raíces no noduladas) y plantas cuya fuente de Nitrógeno fué el N_2 (Nitrógeno gaseoso, raíces noduladas).

AMINOACIDOS	FUENTE DE NITROGENO	
	NH_4NO_3 (No Nodulada)	N_2 (Nod)
	Concentración Molar	
ASPARAGINA	74.6 +/- 1.44	66.9 +/- 1.5
GLUTAMINA	8.6 +/- 1.1	1.7 +/- 0.1
AC. ASPARTICO	2.8 +/- 0.48	10.3 +/- 0.03
AC. GLUTAMICO	1.3 +/- 0.27	2.1 +/- 0.19
GLICINA	0.8 +/- 0.02	0.8 +/- 0.17
HISTIDINA	0.3 +/- 0.05	1.4 +/- 0.76
PROLINA	2.6 +/- 0.46	2.0 +/- 0.03
SERINA	2.7 +/- 0.43	3.2 +/- 0.02
TREONINA	1.5 +/- 0.49	1.6 +/- 0.76
ALANINA	2.8 +/- 0.66	9.5 +/- 1.0
VALINA	1.9 +/- 0.45	0.6 +/- 0.08

Fuente: Kim et al. In Plant and soil 1993

3.5.1 Mecanismos de absorción de quelatos de aminoácidos por las células vegetales.

Según Ashmead (1986). Una de las mayores estructuras de la

membrana celular es el complejo de proteínas.

Las proteínas están unidas por enlaces electrostáticos, enlaces de Hidrógeno y enlaces hidrofóbicos.

Las proteínas que atraviesan la membrana son muy importantes en la toma de aminoácidos y péptidos. Es a través del puente formado por esas proteínas que los minerales (que van en los quelatos de aminoácidos) son trasladados.

Los péptidos o las moléculas de aminoácidos al ser transportadas son ligadas a la proteína y a través del reordenamiento de la subunidad (inducido por procesos enzimáticos) son unidas con energía, los péptidos son pasados del exterior de la célula al citoplasma por el canal de proteína de la membrana.

Se ha creído que en la planta los aminoácidos son ligados en su grupo amino a la glutatiónina en el radical glutamil de la glutatiónina. Este compuesto es transformada por gama-glutamyl transpeptidasa en gama glutamil-aminoácido (o péptido) y cysteynil-glycina. El gama-glutamyl-aminoácido (o péptido) es transformado por gama-glutamyl-ciclotransferasa en 5-oxoprolina y el aminoácido (o

proteína). Con estas reacciones enzimáticas ya han sido transportados los aminoácidos al interior de la célula. Los remanentes de la reacción enzimática son utilizados para formar una nueva molécula de glutaniona produciendo la energía para transportar el próximo aminoácido / péptido a través de la membrana.

Existen evidencias que sugieren que el movimiento de los aminoácidos a través de la membrana celular es mas rápido que el de un catión.

La importancia de entender la absorción celular de aminoácidos / péptidos por las membranas celulares radica en el hecho de que cuando una sustancia, tal como un ión, es químicamente ligado a un aminoácido o péptido, el complejo resultante puede ser transportado a través de la membrana celular como una molécula de un aminoácido o un péptido simple.

3.5.2 Contenido de aminoácidos en las plantas y su relación con el suministro de nutrientes

En leguminosas, las fluctuaciones en la proporción de aminoácidos podría reflejar cambios en la fuente de Nitrógeno suministrada para crecimiento o en la efectividad

de la simbiosis. (Peoples et al. 1987).

En ensayos realizados por Kim et al. (1993), en alfalfa (*M. sativa*) se encontró que los contenidos relativos de la Asparagina, se disminuyeron significativamente en plantas noduladas (Nitrógeno gaseoso) y plantas a las que se les suministró Nitrato de Amonio. Esta disminución estuvo acompañada por un incremento compensatorio en los contenidos relativos de Acido aspártico y Glutamina en plantas noduladas y Acido Aspártico y otros aminoácidos en plantas no noduladas.

Peoples et al. (1987) afirma que en arveja, cuando la actividad de fijación de Nitrógeno disminuye por adición de Nitrato al medio radicular, las concentraciones de Asparagina en el xilema tienden a aumentar mientras que los contenidos de Acido Aspártico y Glutamina, se reducen.

En estudios realizados por Coronil et al. (1993) en *A. nidulans* se demostró que los contenidos de Glutamina y Serina registraron un incremento mayor con adición de Nitrógeno en forma de Amonio que de Nitrato. El contenido de otros aminoácidos tales como: Alanina, Asparagina y Glicina se incrementó 1.5 veces sin importar la fuente de Nitrógeno.

4. METODOLOGIA

4.1 LOCALIZACION DEL ENSAYO

El trabajo de campo se realizó en la finca La Tórtolas, vereda Chambery ubicada en el municipio de Aranzazu (Caldas), a una altura de 1800 msnm, con una temperatura promedio de 18° C y una precipitación promedio de 2700 mm / año , en suelos de origen volcánico, de textura franco arenosa y topografía quebrada con pendiente superior al 50%, capa orgánica de 25 cm y fertilidad media según análisis de suelos (ver Tabla 2).

4.2 CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

4.2.1 Material de siembra

Se empleó Arveja (Pisum sativum) variedad Piquinegra, de alta adaptabilidad en la zona. la variedad utilizada es de hábito de crecimiento indeterminado con un porte alto (180 cm de altura), su ciclo de vida a madurez fisiológica es de

TABLA 2. Análisis de suelos

	METODO	VALOR
pH	Potenciométrico (Relación 1:1)	5.7
Materia Orgánica	Colorimétrico	7.32
Nitrógeno (%)	Colorimétrico	0.37
Magnesio (meq/100 g suelo)	Absorción Atómica	1.5
Fósforo (ppm)	BRAY II Modificado	5.0
Manganeso (ppm)	Absorción Atómica	15.0
Calcio (meq/100 g suelo)	Absorción Atómica	7.1
Potasio (meq/100 g suelo)	Absorción Atómica	0.53
Hierro (ppm)	Absorción Atómica	168
Zinc (ppm)	Absorción Atómica	5.6
Cobre (ppm)	Absorción Atómica	3.5
% Arena	Boyucos	55
% Limo	Boyucos	35
% Arcilla	Boyucos	10
Textura	Boyucos	Franco arenosa

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad de Caldas

90 días aproximadamente, tamaño de semilla grande y es la de mayor demanda en el mercado de la región

4.2.2 Labores realizadas e insumos utilizados

Las labores de preparación del terreno (arar y desterronar) se realizaron con herramientas manuales.

El sistema de tutorado empleado fué en espaldera, con postes de 2m de altura ubicados cada 2.5m y los hilos de propileno se colocaron espaciados 40 cm en encajonado doble.

Por las condiciones de alta pluviosidad de la región, la distancia de siembra entre surcos fué 1,5 m distribuyendo 20 semillas por metro, con una densidad de siembra esperada de 100.000 plantas / Ha, aunque en campo se obtuvo un establecimiento del 75%.

La tasa de siembra fué de 51 Kg / Ha. No se hizo necesaria la resiembra ya que la germinación fué homogénea.

Al momento de la siembra se realizó la aplicación de materia orgánica (a los tratamientos que la requerían) y fertilizante al fondo del surco, se cubrió con tierra y se

colocaron las semillas en hilera.

20 días después de emergencia se realizó la aplicación radicular del fertilizante líquido a base de aminoácidos, para los tratamientos previamente definidos.

Para tal aplicación se hizo uso de una lanceta de inyección de fertilizantes líquidos al suelo, la liberación del líquido se realizó a una profundidad de 5 cm y en cada surco de 2 m se introdujo la lanceta 3 veces obteniendo una distancia de 50 cm entre cada inyección con un volumen de aplicación de 40 cc por sitio en solución al 0.5 % V/V.

La aplicación del aminoácido (ver su composición en la tabla 3), se realizó de acuerdo a lo recomendado por la casa comercial, es decir en dosis de 2 L / Ha, esto por tratarse de un producto nuevo.

Dada la agresividad de las malezas, se hicieron necesarios 2 controles, con azadón en la calle y manual en el surco para evitar daño mecánico en el surco, con esta práctica se mantuvo el cultivo limpio hasta llegar a la etapa de llenado de vainas.

TABLA 3. Composición química del producto a emplear como fuente de aminoácidos.

COMPUESTO	CONCENTRACION g / L	FORMULA ESTRUCTURAL
Acido Aspártico	2.29	$C_4NH_7O_4$
Acido Glutámico	10.02	$C_5H_9O_2OO-NH_3^+$
Serina	2.4	$CH_2OH-CHNH_2-COO^-$
Glicina	2.04	NH_2CH_2COOH
Histidina	2.24	$C_6N_3H_9O_2$
Arginina	2.64	$C_6H_{14}N_5O_2$
Treonina	2.67	$C_4NH_9O_3$
Alanina	2.61	CH_3CHNH_2-COOH
Prolina	3.76	$C_5NH_9O_2$
Tirosina	3.99	$C_{15}H_{12}O_2NH_3^+COO^-$
Valina	3.11	$C_5H_{11}NO_2$
Metionina	1.83	$C_4NH_{11}NO_2S$
Isoleucina	2.15	
Leucina	4.08	$C_6H_{13}O_2N$
Fenilalanina	1.66	
Lisina	1.81	$NH_3^+C_6NH_2COO^-$
Triptófano	0.93	$C_{11}N_2H_{12}O_2$
NH ₃	4.08	NH ₃
NH ₃ Total (sin Amonio)	50.23	NH ₃

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Debido a que la mancha de *Ascochyta* (*Ascochyta pisi*) fué la única enfermedad manifestada en el cultivo en una incidencia de consideración (cercana al 100%) fué necesario realizar 3 aplicaciones con fungicida protectante en época de alta pluviosidad, coincidente con la etapa de llenado de vaina del cultivo, las aspersiones fueron hechas con el fin de evitar disminuciones drásticas en la producción.

4.3 TRATAMIENTOS A EVALUAR

Los tratamientos evaluados correspondieron a la combinación de fertilización química, orgánica y adición de aminoácidos, utilizando como parámetro de comparación la fertilización convencional de la región (testigo, ver tabla 4).

Las dosis de los fertilizantes químicos se determinaron de acuerdo al contenido de nutrientes disponibles en el suelo observado en los análisis de laboratorio (Tabla 2) y la extracción del cultivo para una producción esperada de 8 Ton / Ha de arveja en vaina verde.

4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Por las condiciones de heterogeneidad del terreno

TABLA 4. Tratamientos a evaluar

Tratamiento 1	Fertilización de la zona (500 kg / Ha de 10-30-10 + 4 Ton / Ha de materia Orgánica
Tratamiento 2	4 Ton / ha de materia orgánica
Tratamiento 3	300 Kg de 10-30-10 + 75 Kg de Urea
Tratamiento 4	4 Ton / Ha de materia orgánica + 2 L / Ha de aminoácidos.
Tratamiento 5	300 Kg / Ha de 10-30-10 + 75 Kg de Urea + 2 l / Ha de aminoácidos.
Tratamiento 6	4 Ton / Ha de materia orgánica + 300 Kg / Ha de 10-30-10.
Tratamiento 7	4 Ton / Ha de materia orgánica + 300 Kg / Ha de 30-10 + 2 l / Ha de aminoácidos.

(topografía irregular, fertilidad diferencial por la existencia de cultivos anteriores diversos en el lote), el diseño experimental empleado fué en bloques al azar con submuestras, cada uno con 3 repeticiones, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

Distancia entre bloques= 3 m

Distancia entre surcos = 1,5 m

Número de plantas por metro (esperada)= 15

Area de la parcela= 4,5 m x 2 m

Area útil de la parcela= 9 m²

Area total del ensayo= 607.5 m²

4.5 VARIABLES

Para la toma de datos se marcaron 16 plantas por parcela antes de la etapa de floración, las plantas fueron separadas en 4 submuestras de 2 plantas cada una.

4.5.1 Variables Cuantitativas

Días a formación de guía: Esta variable se evaluó cuando el 50% de las plantas de la parcela estuvieron en el inicio de la etapa V2.

Duración de la etapa vegetativa: Se contaron los días transcurridos desde emergencia, hasta cuando el 50% de las plantas del tratamiento presenten la primera flor.

Inicio de formación de vainas: se midieron los días desde emergencia hasta cuando el 50% de las plantas presentaron la primera vaina.

Inicio de la cosecha: Se contaron los días transcurridos desde la emergencia del cultivo hasta el inicio de cosecha.

Componentes del rendimiento: Se evaluó en términos de número de vainas por planta, peso fresco de vainas, ya que la comercialización del producto se hizo en este estado.

Para el análisis estadístico de esta variable se tomaron las 16 plantas marcadas en los 3 surcos de las parcelas, la evaluación fué posible hacerla de esta manera ya que se eliminó el efecto de borde por el hecho de tener las parcelas separadas entre si por surcos del cultivo.

4.5.2 Variables Cualitativas

Nodulación por Rhizobium: se tomaron las plantas marcadas y se utilizó su raíz para el conteo en laboratorio de las

colonias de la bacteria por el método de campos de Infección, dicha evaluación se hizo por tratamientos.

Incidencia e intensidad de *Ascochyta pisi*, se evaluó de acuerdo a la observación del porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad (intensidad) y al número de plantas atacadas (incidencia).

4.6 ANALISIS ESTADISTICO

El análisis estadístico se realizó de acuerdo al programa SAS, mediante el cual se llevaron a cabo las siguientes pruebas:

1. Análisis Descriptivo
2. Supuestos relacionados con el ANAVA
 - Supuesto de Independencia (Durbin - Watson)
 - Supuesto de homogeneidad
 - Prueba de Aditividad
3. Prueba de Tuckey (para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos)
4. Prueba de Duncan
5. ANAVA

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 INICIO DE FORMACION DE GUIA

De acuerdo con el análisis de varianza (Tabla 5) se demostró que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados.

TABLA 5. ANAVA para Inicio de Formación de Guía

FV	SC	CM	F cal	Pr > F
Tratamiento	0.7361	0.1228	16.83	0.0001**
Bloque	0.0238	0.0119	1.64	0.2353
Error Exp.	0.0874	0.0073		
Total	0.8474			

La prueba de Tukey (tabla 6) corroboró este resultado, presentando los tratamientos 3, 5 y 6 con un comportamiento mas precoz que los 1, 2, 4 y 7; estos últimos presentaron su etapa de formación de guía aproximadamente a los 14 días después de emergencia (Tabla 10), mientras que el primer grupo de tratamientos llegaron a esta etapa en un promedio

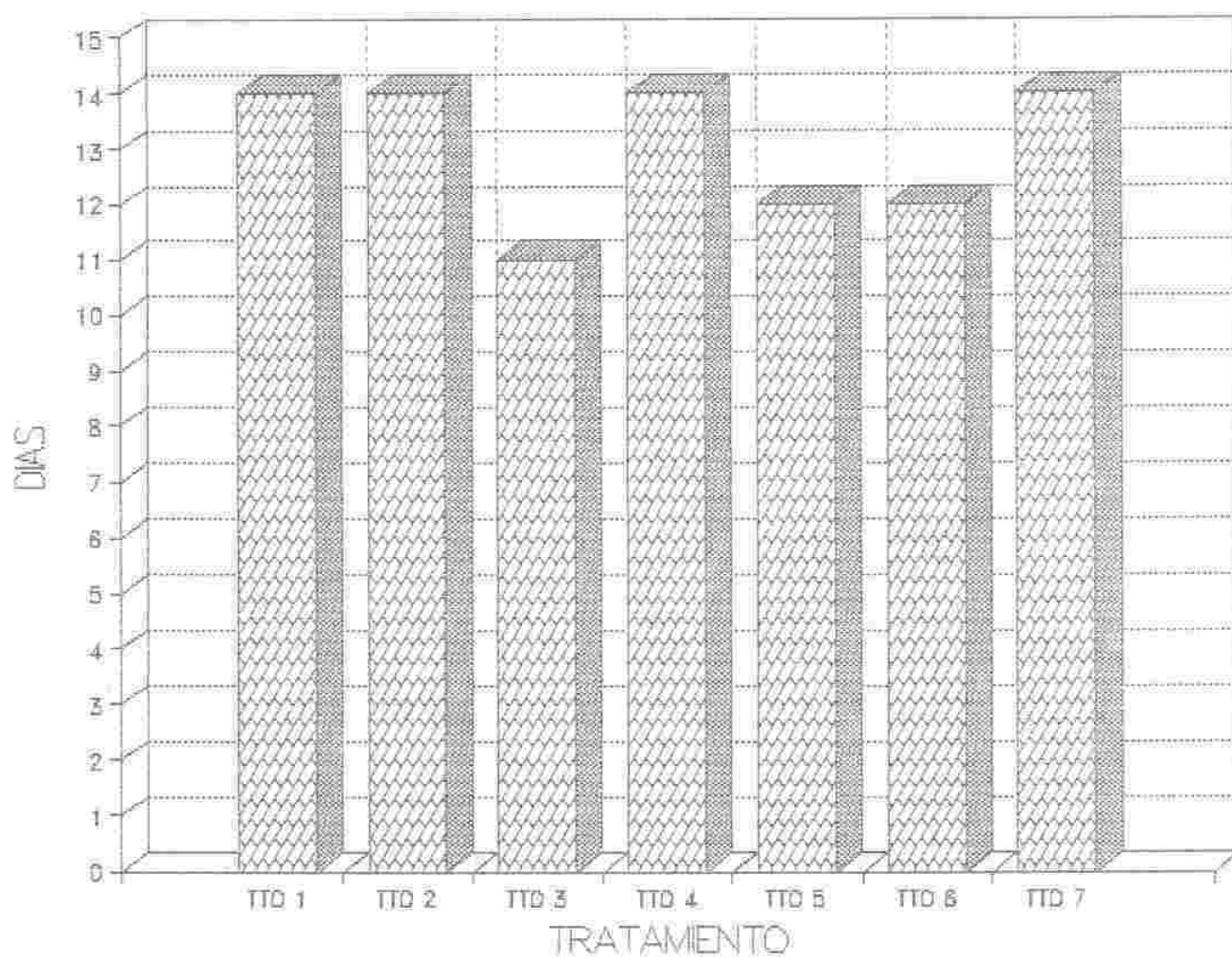


FIGURA 3. Días a Formación de guía

de 11 días (Figura 3), este efecto se puede atribuir a la materia orgánica aplicada a los tratamientos más tardíos, puesto que una de las propiedades de este tipo de abono es estimular el desarrollo vegetativo dando lugar a un ciclo de la planta más prolongado (Flórez, 1995)

TABLA 6 Prueba de Tuckey Inicio Formación Guía

Tratamiento	Tuckey
1	A
2	A
4	A
7	A
3	B
5	B
6	B

5.2 DURACION DE LA ETAPA VEGETATIVA (DIAS A FLORACION)

A pesar de que en el análisis estadístico no se detectó diferencia significativa entre tratamientos, ni entre bloques (Tabla 7 - Figura 4). Si se puede observar que el tratamiento 4 y 7 mostraron más rápido desarrollo en su etapa V₂ (14 días a formación de guía - 42 días a Floración) ya que estas parcelas tenían un comportamiento

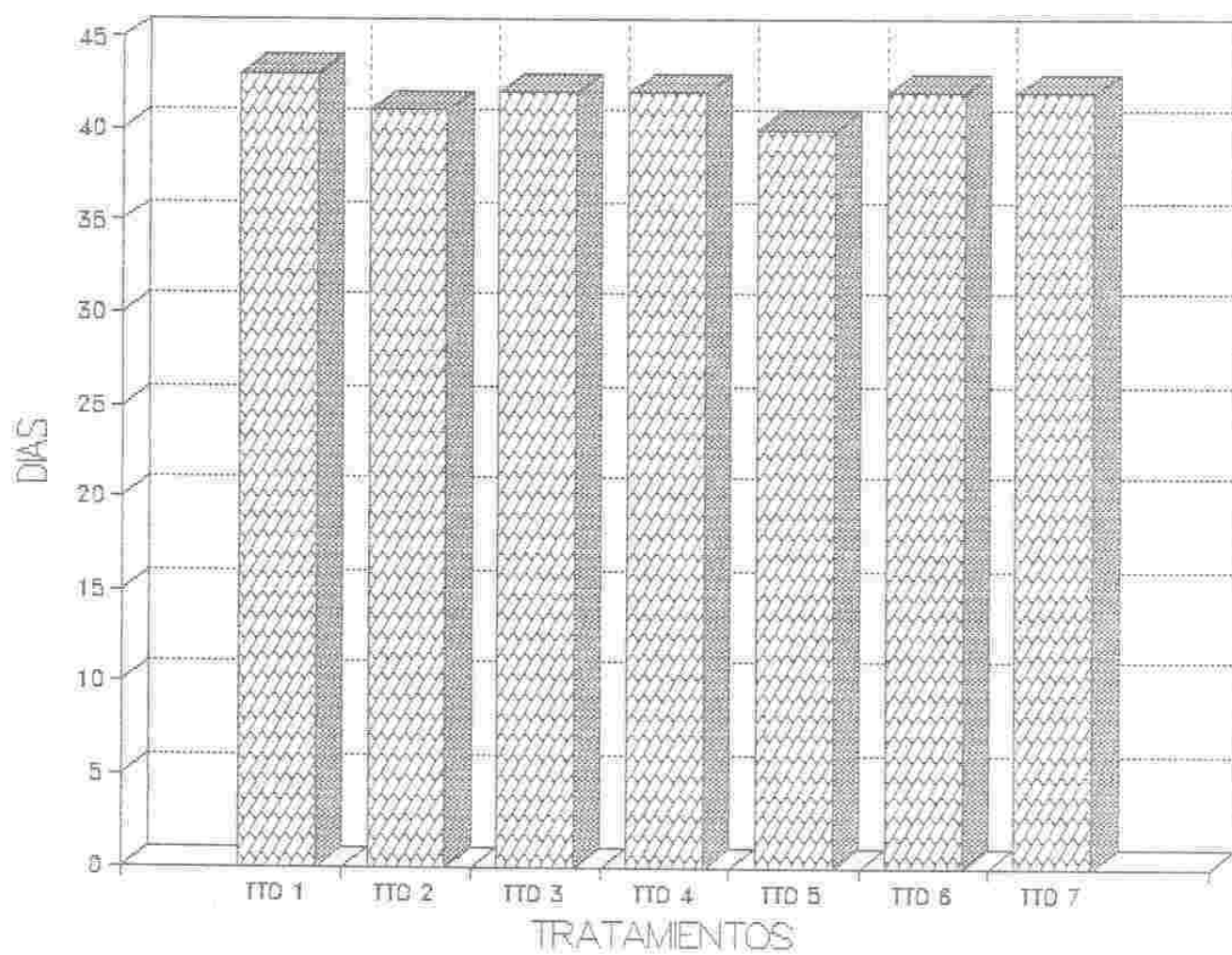


FIGURA 4. Duración de la etapa vegetativa (días a Floración)

tardío en la etapa anterior, y en floración presentan homogeneidad con relación a las parcelas que fueron precoces en dicha etapa (Tratamientos 3 y 6) que alcanzaron la etapa de inicio de formación de guía a los 11 y 12 días respectivamente y tardaron 42 días para llegar a floración (Tabla 10).

Estas diferencias pueden ser atribuibles a la aplicación de aminoácidos, ya que según Casadella (1993), la aplicación de aminoácidos hidrolizados en todos los cultivos estimulan el crecimiento vegetativo de las plantas.

TABLA 7. ANAVA para días a floración

FV	SC	CM	F cal	F tabla
Tratamiento	0.1445	0.0241	0.3501	3
Bloque	0.1056	0.053	0.7674	3.88
Error Exp.	0.8256	0.0688		
Total	0.5755			

El tratamiento 5 (40 días a floración) que presenta precocidad desde sus etapas iniciales sigue aún mostrando esta característica atribuible a los aminoácidos aplicados.

5.3 INICIO DE FORMACION DE VAINAS

Según el ANAVA no hay diferencia entre tratamientos ni entre bloques (Tabla 8 = Figura 5).

El tratamiento 1 (fertilización de la zona) alcanzó esta etapa en un promedio de 61 días, siendo el más tardío; mientras que el tratamiento 5 (fertilización química + aminoácidos) inició formación de vainas a los 55 días después de emergencia.

TABLA 8. ANAVA para inicio de formación de vainas

FV	SC	CM	F cal	F tabla
Tratamiento	0.2522	0.042	1.9383	3
Bloque	0.0688	0.344	1.5855	3.88
Error Exp.	0.2602	0.0217		
Total	0.5812			

5.4 INICIO DE COSECHA

Los tratamientos que presentaron su etapa de inicio de cosecha más temprano fueron el 3 y el 5 (91 días) y los más tardíos fueron el 1 y el 6 con 94 días (tabla 10 - Figura 6), estos valores no mostraron diferencia significativa.

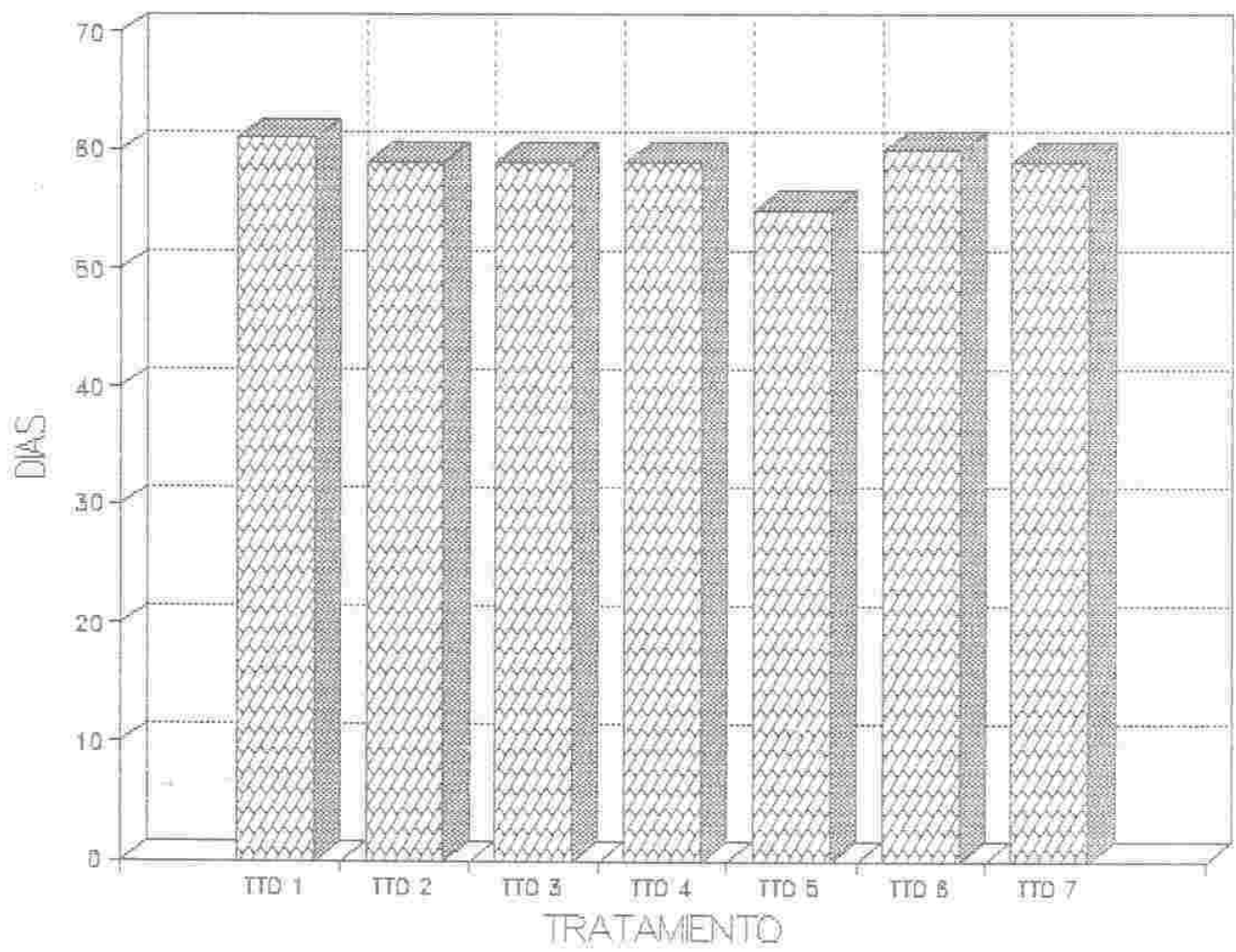


FIGURA 5. Inicio de Formación de vainas

entre tratamientos ni entre bloques según el ANAVA (Tabla 9). de estos resultados se deduce que la aplicación de aminoácidos no influye en el ciclo de desarrollo de la arveja, contrario a lo expuesto por Bicibérica (1989) que reporta que la aplicación de aminoácidos acelera la cosecha.

El tratamiento 3 con solo fertilizante químico fué uno de los mas adelantados (91 días a cosecha), ya que la adición de fertilizantes químicos al suelo eleva al máximo el potencial de desarrollo de una planta produciendo una pronta cosecha.

TABLA 9. ANAVA para inicio de cosecha

FV	SC	CM	F cal	F tabla
Tratamiento	0.0573	9.55 ⁻³	1.0004	3
Bloque	0.0287	0.0143	1.5006	3.88
Error Exp.	0.1147	09.55 ⁻³		
Total	0.2007			

TABLA 10. Promedio días a formación de guía, floración, formación de vainas e inicio de cosecha.

TTO	DIAS FORM GUIA	DIAS FLORACION	FORMACION VAINAS	INICIO COSECHA
1	14	43	61	94
2	14	41	59	92
3	11	42	59	91
4	14	42	59	92
5	12	40	55	91
6	12	42	60	94
7	14	42	59	92

5.5 RENDIMIENTO

De acuerdo al ANAVA se observó diferencia altamente significativa entre tratamientos y entre bloques (Tabla 11) y la prueba de Tuckey (Tabla 12) arrojó como resultado diferencias entre los tratamientos 5, 2 y 7 con los promedios mas altos (9.1, 8.2 y 8.1 Ton / Ha), comparándolos con los tratamientos 3 y 1 con los rendimientos mas bajos (5.2 y 5.28 Ton / Ha respectivamente). Ver tabla 17 - Figura 7.

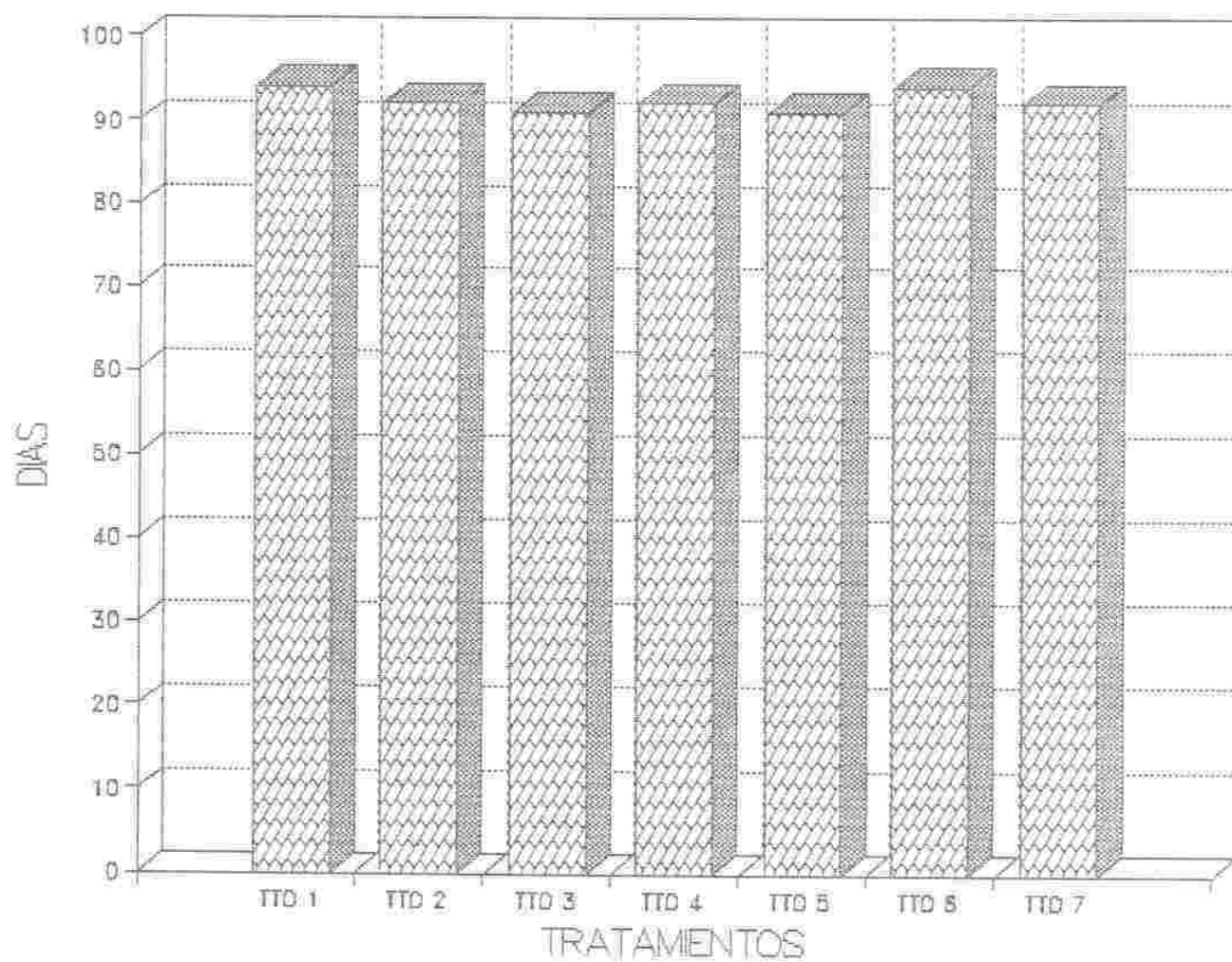


FIGURA 6. Días a inicio de cosecha

Al analizar los datos obtenidos se concluye que los tratamientos de mayor rendimiento son los que poseen aminoácidos incorporados al suelo, estos valores confirman que la aplicación de aminoácidos hidrolizados en todos los cultivos aumentan cualitativa y cuantitativamente los niveles productivos (Casadella, 1993). Exceptuando el tratamiento 2 (solo con materia orgánica) y que presenta un rendimiento de 8.2 Ton / Ha, por encima del promedio arrojado en este ensayo.

El tratamiento 4 con materia orgánica complementado con aminoácidos presentó un bajo rendimiento, tal resultado puede ser consecuencia del efecto del ión común que consiste en la sustitución del grupo carboxilo de la materia orgánica por el grupo carboxílico de los aminoácidos, ocasionando una inhibición en la absorción del aminoácido. (Flórez 1995).

Aunque también es posible que se haya presentado competencia por los cationes del suelo entre la materia orgánica y los aminoácidos y esto disminuye la efectividad de los 2 productos en el suelo con repercusiones en la asimilación de los fertilizantes por la planta y por consiguiente en el rendimiento del cultivo (Hincapié W. 1996).

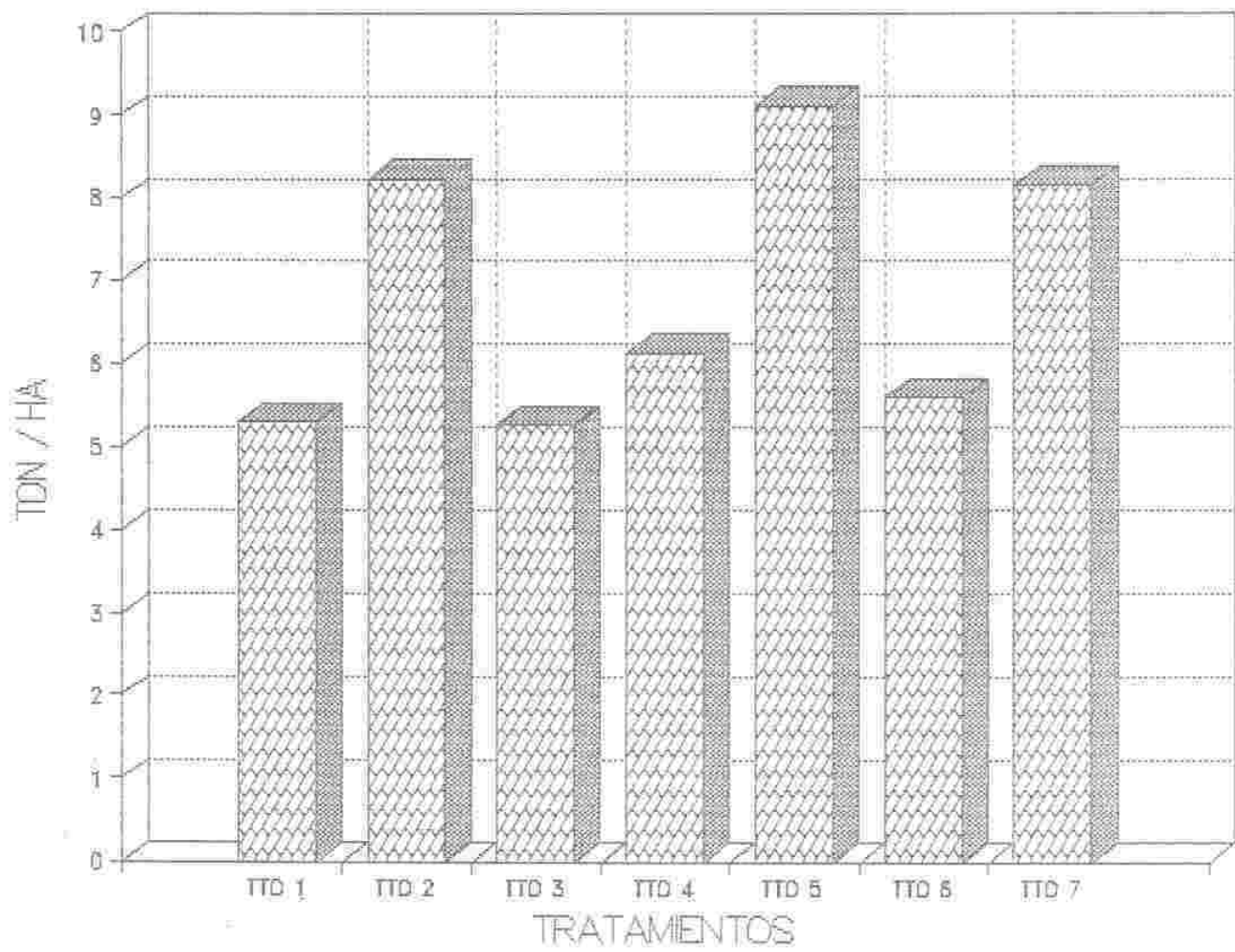


FIGURA 7. Rendimiento (Ton / Ha)

TABLA 11. ANAVA rendimiento

FV	SC	CM	F cal	Pr > F
Tratamiento	420.51	70.086	87.08	0.0001**
Bloque	10.255	5.127	6.37	0.0028*
Error Exp.	60.36	0.805		
Total	491.13			

TABLA 12. Prueba de Tuckey para rendimiento

Tratamiento	Tuckey
5	A
2	A
7	A
4	B
6	B
1	C
3	C

5.5.1 Componentes del rendimiento

5.5.1.1 Peso de vainas

Según el ANAVA (Tabla 13) se concluye que hay diferencia altamente significativa entre tratamientos y diferencia

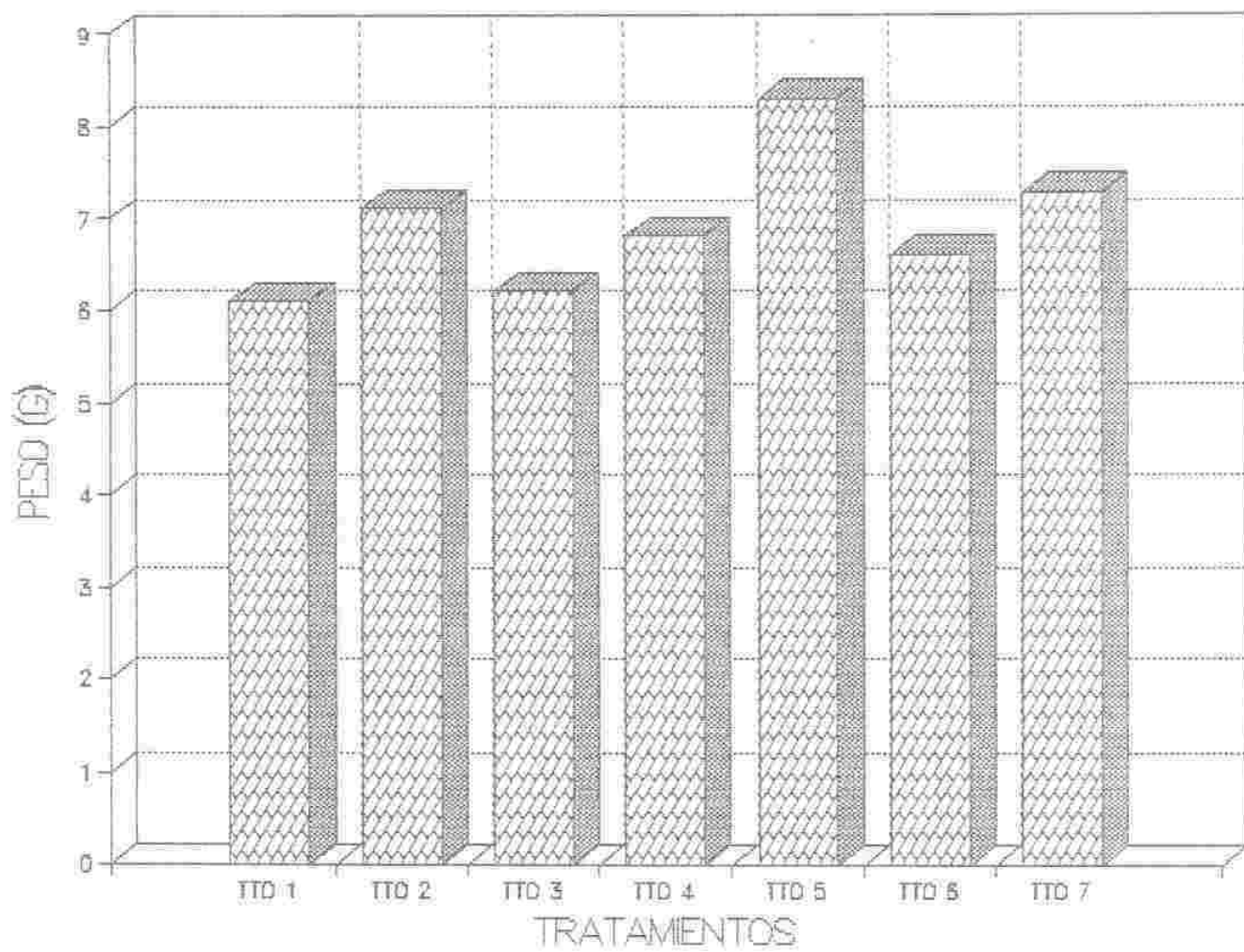


FIGURA 8. Peso promedio de vainas (gramos)

significativa entre bloques, pero las submuestras no difieren estadísticamente.

TABLA 13. ANAVA peso de vainas

FV	SC	CM	F cal	Pr > F
Tratamiento	0.4911	0.818	104.75	0.0001**
Bloque	0.0068	0.0034	4.32	0.0169*
Submuestras	0.0028	0.0009	1.19	0.3212
Error Exp.	0.0563	0.0008		
Total	0.5569			

Los tratamientos que registraron los promedios de peso de vainas mas altos fueron: 5 (fertilizante químico + aminoácidos), 7 (fertilizante químico + materia orgánica + aminoácidos) y 2 (materia orgánica) con valores de 8.3, 7.3 y 8.22 g / vaina respectivamente (Tabla 17).

El tratamiento 4 (materia orgánica + Aminoácidos) es el que presenta el menor valor (6.8 g / vaina) con respecto al grupo de tratamientos que recibieron aminoácidos en dilución. Este comportamiento puede deberse al efecto del ión común explicado anteriormente (Figura 8).

La prueba de Tuckey divide los tratamientos en 4 subgrupos

como se puede apreciar en la tabla 14.

TABLA 14. Prueba de Tuckey para peso de vainas

Tratamiento	Tuckey
5	A
2	B
7	B
4	C
6	C
3	D
1	D

5.5.1.2 Número de granos por vaina

Se presentó diferencia altamente significativa entre tratamientos (Tabla 15), mostrando promedios mas altos para los tratamientos 5 y 7 (7 granos / vaina) los cuales recibieron fertilización química + aminoácidos; y para el tratamiento 2 (7 granos / vaina) que solo tuvo aplicación de materia orgánica (Figura 9). El tratamiento con el menor número de granos por vaina fué el 1 (5 granos / vaina) que corresponde a la fertilización convencional de la zona cafetera.

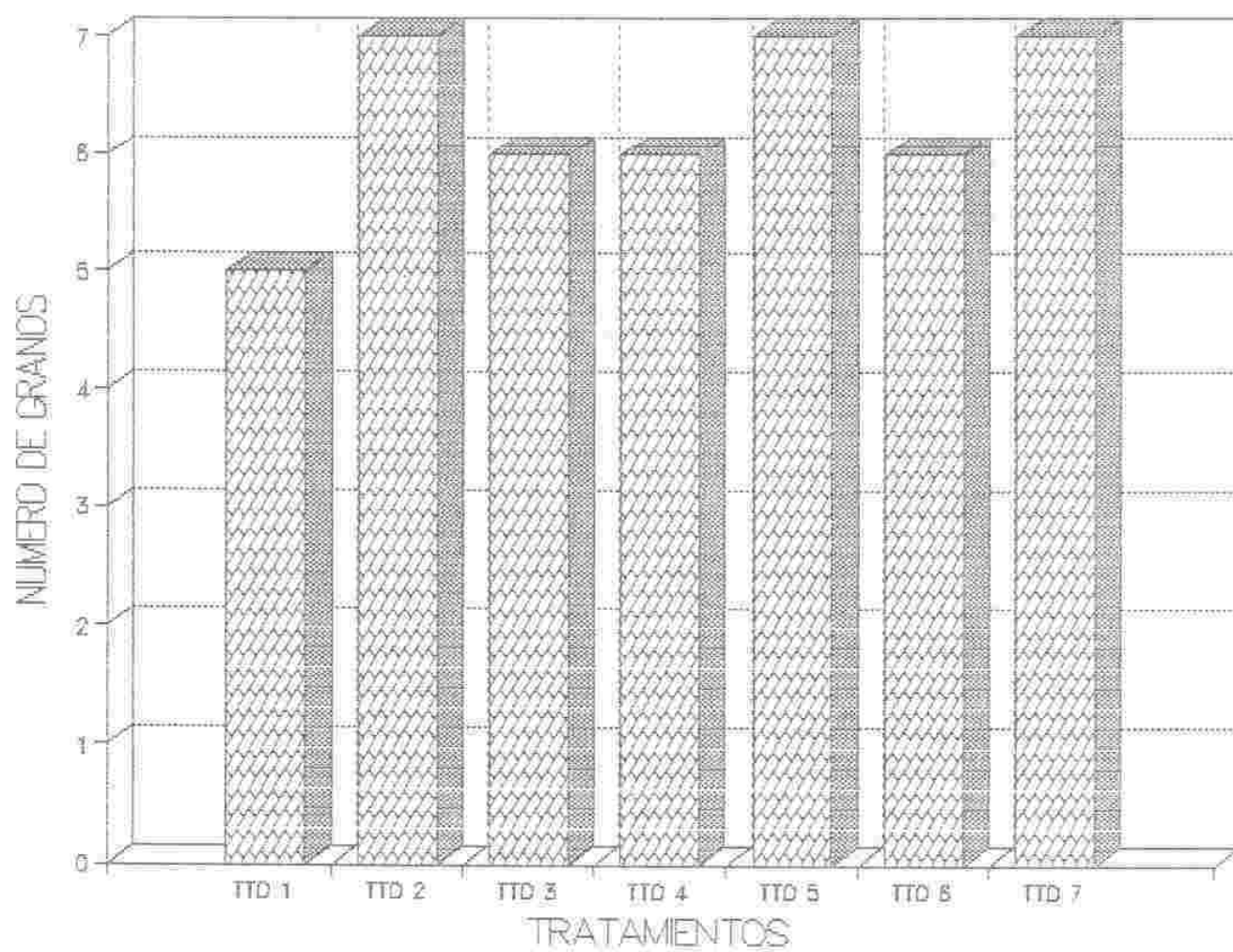


FIGURA 9. Número de granos por vaina.

TABLA 15. ANAVA para el número de granos por vaina.

FV	SC	CM	F cal	Pr > F
Tratamiento	1.3471	0.2245	17.49	0.0001**
Bloque	0.0056	0.0028	0.22	0.8055
Submuestras	0.0507	0.0169	1.32	0.2756
Error Exp.	0.0924	0.0128		
Total	2.3278			

La prueba de Tuckey (Tabla 16) ratificó las diferencias entre los tratamientos 2, 5 y 7 con respecto al 4, 1, 6 y 3.

TABLA 16. Prueba de Tuckey para número de granos por vaina.

Tratamiento	Tuckey
5	A
2	A
7	A
4	B
6	B
3	B
1	B

Los valores obtenidos en los componentes del rendimiento (Tabla 17) ratifican que la aplicación de aminoácidos en

frijol, arveja y haba favorece el cuajado de granos, aumenta el número de granos por vaina y aumenta el peso de la vaina como lo afirma bioibérica (1992).

TABLA 17. Promedio número de granos por vaina, peso vainas, peso fresco 100 semillas y rendimiento (vaina verde)

TTO	GRANOS / VAINA	PESO/ VAINA (g)	PESO 100 SEMILLAS (g)	RENDIMIENTO (TON/HA)
1	5	6.1	51.5	5.28
2	7	7.1	63.0	8.22
3	6	6.2	52.6	5.22
4	6	6.8	53.6	6.12
5	7	6.3	66.7	9.1
6	6	6.6	55.2	5.58
7	7	7.3	63.3	8.14

De la tabla anterior se deduce que la fertilización tradicional de la zona cafetera (Tratamiento 1) es inapropiada, puesto que no está basada en un análisis previo de las condiciones químicas del suelo y por lo tanto da lugar a producciones por debajo del promedio nacional.

5.6 INCIDENCIA E INTENSIDAD DE *Ascochyta blight*

Como único limitante en el desarrollo del cultivo se

presentó el hongo fitopatógeno (*A. pisi*) con una incidencia que alcanzó el 86% en promedio en la etapa de floración y el 100% al llegar a inicio de formación de vainas, sin embargo la intensidad fué baja (5%); sin ninguna repercusión económica para el cultivo (Tabla 18)

TABLA 18. Promedio de la incidencia / intensidad (%) de *A. pisi* en 2 etapas de desarrollo.

Tratamiento	Inicio Floración	Inicio vainas
1	80 / 5	100 / 10
2	85 / 8	100 / 10
3	90 / 5	100 / 10
4	90 / 5	100 / 10
5	80 / 8	100 / 12
6	90 / 5	100 / 12
7	90 / 8	100 / 12

5.7 NODULACION POR BACTERIAS NITRIFICANTES (*Rhizobium* sp.)

En la prueba de laboratorio por campos de infección se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación.

TABLA 19. Número de colonias de *Rhizobium* en cultivos de raíz / suelo

Tratamiento	Número Colonias
1	16 / 34
2	9 / 24
3	25 / 40
4	23 / 22
5	26 / 31
6	17 / 36
7	27 / 30

Los tratamientos con aplicación de aminoácidos presentaron mayor número de colonias en raíz que aquellos tratamientos a los que no se les aplicó aminoácidos (tratamientos 7, 5 y 4 vs tratamientos 6, 2 y 1).

La influencia del Nitrógeno contenido en los aminoácidos se refleja en las relaciones simbióticas entre las raíces y bacterias nutrificantes aumentando los contenidos de algunos aminoácidos en las plantas tales como: Acido Aspártico, Alanina, serina y Acido glutámico. (Kim et al. 1993) y al parecer en esta relación simbiótica puede favorecerse el establecimiento de colonias de *Rhizobium* sp. en las raíces, al adicionar aminoácidos a la solución del

suelo.

5.8 ANALISIS DE RENTABILIDAD

En la tabla 20 se puede observar los costos de producción de arveja para cada tratamiento y precio de venta por hectárea.

TABLA 20. Costos de producción y precio de venta por hectárea.

Tratamiento	Costos producción	Precio venta**
1	1'582.400	1'584.000
2	1'449.900	2'466.000
3	1'269.650	1'566.000
4*	1'626.400	1'836.000
5*	1'446.150	2'730.000
6	1'529.400	1'674.000
7*	1'705.900	2'442.000

* Tratamientos con aplicación de aminoácidos

** Precio de venta Tonelada \$ 300.000

5.8.1 Relación Beneficio / Costo

El mayor valor de la relación B / C se observa en los

tratamientos 5 y 2 (1.88 y 1.7 respectivamente, ver tabla 21) también presentaron costos de producción similares; ya que el abono orgánico (tratamiento 2) es más costoso que el químico (tratamiento 5) y esto compensa el capital adicional invertido en la compra y aplicación de aminoácidos para este último tratamiento. Pero es importante tener en cuenta que en nuestra zona cafetera es más fácil adquirir abono orgánico que mano de obra para la aplicación de un insumo nuevo como son los aminoácidos.

TABLA 21. Relación Beneficio / costo

Tratamiento	Relación B/C
1	1.0
2	1.7
3	1.2
4	1.1
5	1.9
6	1.1
7	1.4

TABLA 22. Costos de producción (mano de obra)

DESCRIPCION	JORNALES /HA	VLR UNI	VLR TOTAL
LABORES			
Preparación terreno			
Arada (con surcos) y colocación tutorado	25	5.500	137.500
Siembra	15	5.500	82.500
Control malezas	20	5.500	110.000
Aplicación Fertilizantes	6	5.500	33.000
Control enferm.	6	5.500	33.000
Aplicación a.a.	15	5.500	82.500
Cosecha y postcosecha			
Recolección	20	5.500	110.000
Empacado	2	5.500	11.000
Clasificación	2	5.500	11.000
Transporte		30.000	30.000
Subtotal			558.000 A
			+ 82.500
			<hr/> 640.500 B

A: Tratamientos 1, 2, 3 y 6

B: Tratamientos 4, 5 y 7 (con aminoácidos)

TABLA 23. Costos de producción (insumos)

DESCRIPCION	PRODUCTO	UN	CANT	VLR UN	VLR TOTAL
INSUMOS					
Semilla	Arveja (var piquinegra)	Kg	50	3.200	180.000
Fungicidas	Manzate	Kg	3	5.300	15.900
Fertilizantes simples					
Tratamientos					
	3 Urea	bto	1.5	13.500	20.250
	5 Urea	bto	1.5	13.500	20.250
Fertilizantes compuestos					
Tratamientos					
1	10 - 30 - 10	bto	10	13.250	132.500
3	10 - 30 - 10	bto	6	13.250	79.500
5	10 - 30 - 10	bto	6	13.250	79.500
6	10 - 30 - 10	bto	6	13.250	79.500
7	10 - 30 - 10	bto	6	13.250	79.500
Materia Orgánica					
1	Gallinaza	Ton	4	70.000	280.000
2	"	Ton	4	70.000	280.000
4	"	Ton	4	70.000	280.000
6	"	Ton	4	70.000	280.000
7	"	Ton	4	70.000	280.000

Aminoácidos					
4	Lt	2	12.000	24.000	
5	Lt	2	12.000	24.000	
7	Lt	2	12.000	24.000	
Estacas	Lata	3500	100	350.000	
Fibra	Kg	10	3.600	36.000	
Empaques		80	300	24.000	
Cabuya	Rollo	2	3.000	6.000	
Lanceta (aplicación aa)		1	70.000	70.000	
Subtotal					
	Tratamiento 1			1'024.440	
	Tratamiento 2			891.900	
	Tratamiento 3			711.650	
	Tratamiento 4*			985.900	
	Tratamiento 5*			805.650	
	Tratamiento 6			971.400	
	Tratamiento 7*			1'065.400	
TOTAL					
	1			1'582.400	
	2			1'449.500	
	3			1'269.650	
	4*			1'626.400	
	5*			1'446.150	
	6			1'529.400	
	7*			1'705.900	

6. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del ensayo:

- Los aminoácidos en solución aplicados vía radicular en arveja (*P. sativum*) no ejercen influencia alguna en la duración del ciclo del cultivo.
- La aplicación de aminoácidos sí aumenta la producción y mejora la calidad del cultivo de la arveja pero solo si se aplica como complemento de la fertilización química ya que la asimilación por la planta de los aminoácidos y el abono orgánico es mutuamente inhibida.
- La fertilización con aminoácidos en forma radicular y en dilución es costosa por la alta demanda de mano de obra, lo cual dificulta la adopción de esta tecnología por ser la mano de obra el factor más limitante en la producción de la zona cafetera.
- La arveja es un cultivo con gran demanda de materia

orgánica y por tal motivo su aplicación se hace necesaria para obtener una buena producción, además de que la relación Beneficio / costo con este tratamiento fué una de las mas altas en este ensayo.

- La aplicación de aminoácidos no otorgó resistencia al hongo *A. pisi* a las plantas que se sometieron a este tratamiento.
- La fertilización tradicional en zona cafetera para el cultivo de arveja no arroja una buena relación beneficio / costo, ya que los costos de producción son elevados por el uso excesivo de fertilizante y el rendimiento no compensa la inversión.
- La relación beneficio / costo mas alta se presentó en el tratamiento 5 con fertilización química y aminoácidos, pero representa la inversión de 15 jorn / ha adicionales.
- Aparentemente los aminoácidos aplicados a la solución del suelo favorecen la relación simbiótica entre las raíces de arveja y la bacteria *Rhizobium*, promoviendo el aumento de las colonias en el tejido de la raíz.

7. RECOMENDACIONES

- Para posteriores trabajos con leguminosas debe realizarse análisis bromatológico de granos para detectar posibles incrementos en los niveles de proteína, ya que la principal característica atribuible a los aminoácidos es el incremento de la materia seca.
- En combinaciones de materia orgánica y aminoácidos es aconsejable realizar la fertilización con el aminoácido vía foliar para evitar inhibición en la absorción de nutrientes.
- Comparar el efecto sobre el rendimiento de la arveja de los aminoácidos aplicados vía foliar vs vía radicular, teniendo en cuenta la relación beneficio / costo.
- Se hace necesario buscar otras alternativas de aplicación de aminoácidos en hortalizas, tendientes a reducir los costos de aplicación

- Para la zona cafetera norte del departamento no es recomendable la aplicación de aminoácidos en Arveja (*P. sativum*) por inyección al suelo, dada la alta demanda de mano de obra que tiene esta práctica, factor que es limitante en esta zona.

- Es importante realizar un estudio donde se evalúe el efecto de los aminoácidos (aplicados en el suelo) sobre la nodulación de *Rhizobium* en las raíces de arveja y la infección de esta bacteria en el suelo.

BIBLIOGRAFIA

ASHMEAD, DeWayne et al. Foliar feeding of plants with amino acid chelates. s.l.: s.n., 1986. p. 217 - 235

BIOIBERICA, S.A. Información técnica nivel I. Santafé de Bogotá : Bioibérica, 1989. 15 p

CASTRO, Reinaldo. Anotaciones sobre el cultivo de la Arveja. Manizales : Universidad de Caldas, 1992

CASADELLA, Martí. Fertilizantes a base de aminoácidos procedentes de hidrólisis enzimática. In: Memorias COMALFI Congreso anual. Santafé de Bogotá, 1993. p. 36

CORONIL, Tomás, LARA, Catalina, GUERRERO, Miguel. shift in Carbon flow and stimulation of amino-acid turnover induced by nitrate and ammonium assimilation in Anacystis nidulans. In: Planta. Vol. 189, No 3. (1993), p. 461- 467

ELRIFI, I. R. Et al. RuBP limitation of photosynthetic carbon fixation during NH₄ assimilation. Interaction between photosynthesis, respiration and ammonium assimilation in N-limited green algae. In: Plant physiology. Vol. 87 (1988), p. 395-401

ENTREVISTA CON Luis Florez E., Profesor Facultad de Agronomía. Universidad de Caldas. 22 Jul. 1993, 13 Nov. 1995

_____ William Hincapié. Profesor Facultad de Agronomía. Universidad de Caldas. 20 Ene. 1996

9. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. El cultivo de la arveja. 4° ed. Santafé de Bogotá : La Federación, 198_? 18 p

INFORME AGROPECUARIO. Manejo e tratos culturais da
Ervilha. Vol. 14, No 158 (1989), p.26-27

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Manual de
hortalizas. Santafé de Bogotá : ICA, 198_?

KIM, T. H. et al. Amino acid Content in xylem sap of
regrowing alfalfa (Medicago sativa): Relations with N
uptake, N₂ fixation and remobilization. In: Plant and
soil. Vol. 149, N° 2 (1993), p. 167-174

MONOMEROS COLOMBO-VENEZOLANOS. Fertilización de cultivos de
clima medio. Santafé de Bogotá : Monómeros lombo-
venezolanos, 198_?

PEOPLES, M. B., SUDIN M N and HERRIDGE D F.
Translocation of Nitrogenous compounds in symbiotic
and nitrate-fed amide-exporting legumes. In: Exp
botanic. Vol. 38 (1987), p. 567-579

15 SOCIEDAD DE AGRICULTORES DE COLOMBIA. Boletín Informativo,
Santafé de Bogotá (Oct. / Dic. 1995). Plegable.