

RESPUESTA DEL TRIGO A LA FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO
Y DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION

TESIS

PRESENTADA AL PROGRAMA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
UNIVERSIDAD NACIONAL - INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

por

//
GERMAN ARTEAGA MENESES

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE

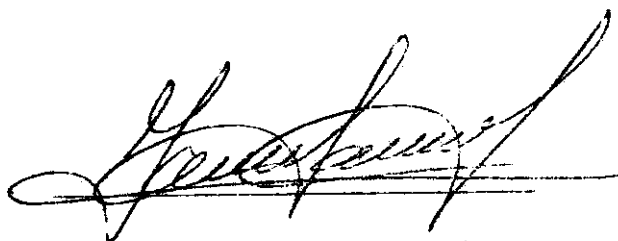
BOGOTA - COLOMBIA

1985

M. A. Arteaga

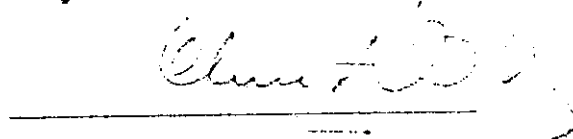
TESIS APROBADA POR
COMITE CONSEJERO

Dr. RODRIGO TASCÓN C.



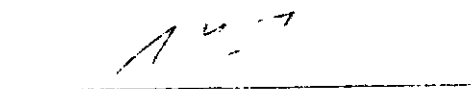
A large, stylized handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

Dr. CARLOS CORTES B.



A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

Dr. RICARDO GUERRERO R.



A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

"El Presidente de Tesis, el Consejero de Tesis y el Consejo Examinador de Grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el candidato".

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional de Colombia).

DEDICO:

A MI ESPOSA

A MIS PADRES Y HERMANOS

A SILVIO Y MARGARITA

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), por la colaboración en la realización de la presente investigación.

Al Doctor Benjamín Sañudo S. por su dirección y su invaluable asesoría en la realización de la Tesis.

A los Doctores Rodrigo Tascón, Carlos Cortés y Ricardo Guerrero por su ayuda en mi preparación técnica y académica y por su colaboración en las fases finales del trabajo.

A los Doctores Carlos Pantoja y Marco A. Melo por su cooperación en la investigación de campo.

A todas las personas que hicieron posible la realización del presente trabajo.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades	3
2.2 Influencia de la densidad de siembra en la producción	4
2.3 Respuesta a la fertilización con macronutrientes	6
2.4 Fertilización nitrogenada	9
2.4.1 Importancia del nitrógeno	9
2.4.2 Fuentes naturales de nitrógeno	9
2.4.3 Fuentes comerciales de nitrógeno	11
2.4.4 Factores que influyen en la fertilización nitrogenada	12
2.4.5 Fraccionamiento de la fertilización nitrogenada	15
2.4.6 Fertilización nitrogenada en Nariño	18
3. MATERIALES Y METODOS	21
3.1 Ecología y tecnología local de producción	21
3.1.1 Localización	21
3.1.2 Ecología	21

	Página	
3.1.3	Suelos	21
3.1.4	Preparación del suelo	22
3.2	Hipótesis y supuestos	22
3.2.1	Hipótesis	22
3.2.2	Supuestos	24
3.3	Investigación desarrollada en el campo	24
3.3.1	Diseño estadístico	25
3.3.2	Area experimental	27
3.3.3	Semilla	27
3.3.4	Siembra y fertilización	27
3.3.5	Labores culturales	27
3.3.6	Cosecha	28
3.4	Procedimiento estadístico	29
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	30
4.1	Cantidad y distribución de la precipitación	30
4.2	Respuesta a los estímulos aplicados	33
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
6.	RESUMEN	69
	SUMMARY	71
7.	BIBLIOGRAFIA	73
	APENDICE	79

LISTA DE CUADROS

CUADRO No.		Página
1	Resultados de análisis de muestras de suelos	23
2	Cantidad y distribución de la precipitación mensual en las zonas de estudio (1982-1983)	31
3	Análisis de variancia y prueba de Tukey de los resultados de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferente densidad de población	34
4	Análisis de variancia y prueba de Tukey de los resultados de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferente densidad de población	37
5	Análisis de variancia y prueba de Tukey de los resultados de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferente densidad de población	39
6	Análisis de variancia y prueba de Tukey de los resultados de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferente densidad de población	40
7	Análisis de variancia y prueba de Tukey de los resultados de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferente densidad de población	42

CUADRO No.		Página
8	Análisis de variancia y prueba de Tukey de los resultados de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferente densidad de población	44
9	Análisis de variancia y prueba de Tukey de los resultados de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferente densidad de población	46
10	Análisis de variancia y prueba de Tukey de los resultados de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferente densidad de población	48
11	Análisis de variancia y prueba de Tukey de los resultados de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferente densidad de población	49
12	Respuesta del trigo a la fertilización fraccionada de nitrógeno y diferentes densidades de población	54
13	Presupuesto parcial de datos promedios de ensayos de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferentes densidades de población en trigo	55

CUADRO No.		Página
14	Análisis de dominancia de datos de respuesta del trigo a la fertilización fraccionada de nitrógeno y diferentes densidades de población	63
15	Análisis marginal de tratamientos de fertilización fraccionada de nitrógeno y diferentes densidades de población no dominados (ha)	64

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.		Página
1	Distribución de la precipitación promedio mensual durante el ciclo del cultivo en las zonas de estudio	32
2	Curva de beneficio neto para el ensayo de funcionamiento de nitrógeno y diferentes densidades de población en trigo	60

RESPUESTA DEL TRIGO A LA FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION

1. INTRODUCCION

Dada la importancia que tiene el trigo en la alimentación y economía del pueblo colombiano, actualmente se pretende lograr un incremento en la producción, a través del fomento por parte de las entidades del sector agropecuario, tanto oficiales como particulares.

Nariño se ha caracterizado por depender sustancialmente en su economía de la actividad agrícola y ganadera y uno de sus principales renglones de explotación ha sido el cultivo de trigo.

A pesar de que el área de cultivo se ha disminuído notablemente, con mayor énfasis en los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá, Nariño se ha constituído en el primer Departamento productor de trigo a nivel nacional en los últimos años.

Los cultivadores de trigo son agricultores minifundistas y tradicionalistas, los cuales mantienen una economía de subsistencia. Dadas estas condiciones, las perspectivas para el cultivo no son muy claras porque se encuentra frente a los altos costos de producción, a las

dificultades e imperfecciones del mercado, a los bajos rendimientos por unidad de superficie, a la susceptibilidad del cultivo, a los problemas fitosanitarios, así como a la escasa respuesta a los niveles de fertilización, especialmente la nitrogenada y al escaso mullamiento debido a las densidades inadecuadas de siembra empleadas por el agricultor.

Con base en lo anterior, el presente trabajo se realizó, teniendo como objetivos: encontrar para el cultivo del trigo la relación más adecuada entre los factores nitrógeno y densidades de población y comprobar la eficiencia del fraccionamiento y épocas de aplicación del nitrógeno en el rendimiento del trigo; y derivar recomendaciones a partir de información sobre costos, beneficios y variabilidad que sean consistentes con las metas del agricultor de incrementar su ingreso medio y de evitar riesgos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades

En Colombia, el trigo se consume en todos los estratos sociales bajo diferentes formas y en cantidades variables. A pesar de la gran importancia del trigo en la alimentación colombiana, el área de cultivo ha venido disminuyendo a través de los años, debido a la falta de incentivos o estímulos al agricultor y a las importaciones que realiza el gobierno para abastecer la demanda nacional del grano (8).

Por otra parte, el trigo obtenido en nuestro país es cultivado por agricultores minifundistas y tradicionalistas, los cuales constituyen el 95% de los productores. Los rendimientos obtenidos por unidad de superficie son bajos, debido entre otras causas a una densidad de siembra inadecuada, a la falta de programas de investigación sobre fertilización y a la presencia de problemas fitosanitarios, los cuales cada día muestran mayor incidencia (4).

En nuestro país, se cultivan variedades como Bonza 63, Tota, Tiba, Sugamuxi, Icata, Yuriyá y Susatá, pero muchas de ellas deben reemplazarse por otras mejoradas con mayor potencial de producción (25).

Las regiones productoras de trigo en Colombia, están localizadas en las zonas frías de los Departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño principalmente y, en menor cantidad en los Departamentos de Tolima, Valle, Cauca, Caldas y Santander.

En Nariño, el trigo se cultiva en 17 Municipios de los 55 que componen el Departamento; sobresalen entre ellos Tangua, Yacuanquer, Iles, Funes, Guaitarilla y Pasto, con alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre 2100 y 2400 metros, con un promedio de 12 a 17°C. de temperatura y una precipitación anual de 600 a 1.000 mm (10,27).

Desde hace varios años, los agricultores nariñenses ostentan privilegiados lugares en la producción del trigo, pero debido a las políticas de importación subsidiadas de cereales, la producción ha decaído. Es así como en 1970 existían 35.000 has. para una producción aproximada de 45.000 ton, pero en 1981, la superficie triguera alcanzó una extensión de 16.446 has, para una producción de 23.000 ton. Debido al impulso que la Federación Nacional de Cereales FENALCE dió al cultivo, entre 1982 y 1983, se incrementó el área a 18.000 has. con una producción de 36.000 ton, aumentándose los rendimientos por hectárea (25).

2.2 Influencia de la densidad de siembra en la producción

La densidad de siembra debe ser considerada cuidadosamente y

relacionarse con otras prácticas para la producción del cultivo. Según Borlaug et. al. (4), la cantidad de semilla a sembrar depende generalmente de la fertilidad de los suelos y de la cantidad y distribución de las lluvias.

Peterson (35) afirma que el trigo como cultivo de grano, se puede sembrar hasta una densidad de 200 kg/ha. Si embargo, la cantidad de semilla depende de las condiciones locales y los métodos de producción.

Siendo el trigo un producto básico en la alimentación del pueblo colombiano, es fundamental conocer las densidades de siembra adecuadas para las variedades mejoradas (8).

La siembra de trigo puede hacerse de dos formas; la más práctica y usada en tierras planas es a máquina, teniendo en cuenta una densidad de 120 a 140 kg/ha. de semilla; mientras que para las zonas de ladera se riega la semilla al voleo, con una densidad de 130 a 160 kg/ha. No obstante, la densidad de siembra depende de la variedad usada, como también de la fertilidad y textura del suelo. En suelos de textura franca y fértiles de densidad esta entre 130 y 140 kg/ha y, en suelos pesados con mal drenaje, corresponde entre 150 y 160 kg/ha. (16).

Según Cepeda (8), las densidades bajas permiten por lo general

que las plantas produzcan más macollas, espigas de mayor longitud y granos más grandes; pero las densidades altas ayudan a un mejor control de malezas, a pesar de que pueden favorecer el volcamiento dependiendo de la variedad. Así mismo, en zonas de fuertes vientos y suelos sueltos, deben utilizarse densidades menores.

Para Contreras (10), la densidad de siembra está sujeta al criterio del agricultor teniendo en cuenta: las características de la variedad, si tiene la habilidad de macollar o no, si es susceptible al vuelco y si es de porte alto o bajo, a la naturaleza del suelo, si es pesado o liviano, su grado de preparación y el estado de fertilidad del mismo.

2.3 Respuesta a la fertilización con macronutrientes

Los datos obtenidos de las investigaciones realizadas en Colombia, indican que las respuestas de los cultivos al nitrógeno, están concentradas principalmente en las regiones más bajas y cálidas del país, mientras que en regiones frías, el nitrógeno del suelo es generalmente alto y las respuestas a este elemento son menos comunes. Sin embargo, en cultivos de alta demanda de nutrimentos, como la papa y cereales, en general, la respuesta a la fertilización nitrogenada ha sido muy importante en variedades mejoradas (19).

Así mismo, gran parte de la superficie del país corresponde a suelos álicos (con alto contenido de Aluminio intercambiable) y suelos

alofánicos (derivados de cenizas volcánicas), en los cuales hay deficiencias de fósforo aprovechable por las plantas, fijándose grandes cantidades de fósforo aplicado en los fertilizantes (17, 18).

Por otra parte, a pesar de que las plantas absorben grandes cantidades de potasio, la mayoría de trabajos de fertilidad de suelos efectuados en Colombia con cultivos anuales, permiten demostrar que existe suficiente contenido de potasio aprovechable para abastecer varias cosechas (29). En el Altiplano de Nariño, experimentos en trigo y cebada, en suelos cuyo potasio intercambiable varió entre 0,33 y 1,57 meq/100 g de suelo, no se encontrarán diferencias estadísticamente significativas cuando se fertilizó con potasio (25).

Según Guerrero (19), los requerimientos nutricionales de algunos cultivos son los siguientes:

Cultivo	Requerimientos nutricionales kg/ha/cosecha		
	N	P	K
Trigo	85	15	45
Cebada	70	14	60
Maíz	170	30	60
Arroz	90	10	60
Avena	80	15	90

De dicha Tabla, puede afirmarse que el fenómeno de fijación de

Los fosfatos afecta acentuadamente la eficiencia de la fertilización fosfatada en la mayoría de suelos agrícolas. Esto se demuestra por el hecho de que la mayoría de cultivos requiere de 3 a 5 veces más nitrógeno que fósforo. Sin embargo, los requerimientos de fertilización de fósforo, son con frecuencia de 2 a 3 veces mayores que los de nitrógeno.

Igualmente, la fertilización potásica presenta una eficiencia superior a la del fósforo y, en general, puede asimilarse bastante bien a la que presenta la fertilización nitrogenada. Es decir, que usualmente, es mayor del 50%, excepto para el caso de suelos con baja capacidad de intercambio cationico y en regiones muy lluviosas (1, 11, 39).

En diferentes cultivos de las zonas frías de Nariño, es necesario aplicar grandes cantidades de fósforo asimilable para obtener altas producciones (2, 32, 41). El contenido de potasio en las diferentes fracciones es alto (25), por lo que estos suelos tienen disponibilidad suficiente o inmediata de potasio para los cultivos; sin embargo, es importante anotar que el potasio se lixivia muy fácilmente (15, 32, 41, 42).

Además, las propiedades químicas de los suelos de los pisos térmico frío y templado del Departamento de Nariño, son poco favorables para el desarrollo de los cultivos. La mayoría son de fuerte a moderadamente ácidos, de medios a altos en materia orgánica en la capa superficial, con un alto contenido de nitrógeno total, pero el nitrógeno

aprovechable por las plantas es relativamente bajo, por lo que se encuentran respuesta apreciable a la aplicación de este elemento (13, 32, 41, 42).

2.4 Fertilización nitrogenada

2.4.1 Importancia del nitrógeno

Según Marín (28), el nitrógeno ha sido calificado como el elemento número uno, en cuanto a su importancia en la producción de alimentos de origen vegetal, por las siguientes razones:

- a. Es un constituyente básico de las proteínas
- b. La deficiencia de nitrógeno en los suelos es muy común, por lo que la mayoría de cultivos responden a la fertilización nitrogenada.
- c. Es un elemento que en el suelo está sujeto a pérdidas acentuadas, especialmente bajo condiciones del trópico.
- d. La mayoría de los cultivos lo requieren en cantidades más altas que los demás nutrimentos.
- e. Es un elemento cuyo metabolismo y dinámica en el suelo están ligados a procesos bioquímicos complejos, por lo que la evaluación de la capacidad de los suelos para suministrarlo a la planta constituye una tarea aún no resuelta.

2.4.2 Fuentes naturales de nitrógeno

Casi todo el nitrógeno del suelo es de naturaleza orgánica (85 -

95%, en tanto que la fracción inorgánica o mineral es muy pequeña. Sin embargo, las plantas utilizan el nitrógeno en forma de NO_3 y NH_4 (2).

Diversas investigaciones señalan que del 20 al 50% del nitrógeno tiene naturaleza proteínica; más concretamente, se asume que la mayor parte de los aminoácidos del suelo aparecen formando proteínas o péptidos, mientras que una pequeña parte puede estar retenida por los coloides inorgánicos, o simplemente estar en estado libre, aunque éstos difícilmente sobrepasen los 2 miligramos por gramo de suelo (2, 3).

Los porcentajes de nitrógeno inorgánico son más altos en suelos de regiones áridas y semiáridas, correspondiendo los porcentajes menores a suelos volcánicos. Por lo general, el nitrógeno intercambiable ($\text{N} - \text{NH}_4^+$), no supera el 2% de nitrógeno total, aunque hay aumento significativo en las regiones áridas y semiáridas. El denominado amonio nativo fijo tiene un rango comprendido generalmente entre 3 y 13%. El nitrógeno mineralizado ($\text{N} - \text{NH}_3$, $\text{N} - \text{NO}_2$, $\text{N} - \text{NO}_3$) no supera en la mayoría de los casos el 2% del nitrógeno total, si bien es cierto que este porcentaje puede aumentar considerablemente cuando las condiciones de incubación son óptimas (2, 3).

Se asume generalmente, que el contenido de nitrógeno total en los suelos presenta un amplio rango, pero es común el comprendido entre 0,2 y 0,7%, para la denominada capa arable y tiende a disminuir

al aumentar la profundidad del perfil (2, 3).

Dentro de los factores de formación del suelo, el clima es el que más directamente influye en el contenido total del nitrógeno, cuyo porcentaje tiende a incrementarse al disminuir la temperatura y aumentar la precipitación, lógicamente dentro de ciertos límites.

2.4.3 Fuentes comerciales de nitrógeno

Según Guerrero (19) existen las siguientes fuentes comerciales de nitrógeno:

Fuente	Fórmula	% N	Solubilidad g/100 g de H ₂ O a 20°C	Humedad Relativa crítica
Urea	(NH ₂) ₂ CO	46	108	81%
Sulfato de amonio	(NH ₄) ₂ SO ₄	21 24	80	81%
Nitrón (nitrato de amonio)	NH ₄ NO ₃	26	187	63%
Nitrato de sodio	NaNO ₃	16		

De los fertilizantes mencionados, el nitrato de sodio tiene poca persistencia en el suelo porque el NO₃ es fácilmente lixiviado; en tanto el Nitrón 26 provee NO₃ y NH₄, por lo que debido al NH₄ se aumenta la persistencia. La úrea y sulfato de amonio aportan NH₄, el que finalmente pasa a NO₃ (19).

2.4.4 Factores que influyen en la fertilización nitrogenada

La labranza del suelo influye en la distribución de la materia orgánica en la capa arable y en las pérdidas de esta fracción por erosión, así como en las pérdidas de nitrógeno por lixiviación de nitratos, denitrificación y alteración de la relación carbono-nitrógeno (25).

En Nariño se ha encontrado que es factible reducir de tres aradas y tres rastrilladas a solamente tres rastrilladas en rastrotejo de trigo o cebada o a solamente el tapado si el rastrotejo es de papa (25).

La eficiencia de la fertilización nitrogenada depende de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, pH, régimen de precipitación pluvial, fuente nitrogenada utilizada, época de aplicación y especie cultivada (20).

En suelos livianos con drenaje rápido de regiones de alta precipitación, la eficiencia de la aplicación de nitrógeno puede ser sumamente baja, sobre todo si se utilizan fuentes nítricas. Bajo estas condiciones, la eficiencia va de 20 a 50%. En regímenes de lluvias moderado a bajos, en suelos con capacidad intercambiable catiónico normal, la eficiencia está entre 50 y 80% (20).

Comercialmente, el trigo responde positivamente a la aplicación directa de fertilizantes nitrogenados, en aquellos suelos donde su con-

2.4.4 Factores que influyen en la fertilización nitrogenada

La labranza del suelo influye en la distribución de la materia orgánica en la capa arable y en las pérdidas de esta fracción por erosión, así como en las pérdidas de nitrógeno por lixiviación de nitratos, denitrificación y alteración de la relación carbono-nitrógeno (25).

En Nariño se ha encontrado que es factible reducir de tres aradas y tres rastrilladas a solamente tres rastrilladas en rastrojo de trigo o cebada o a solamente el tapado si el rastrojo es de papa (25).

La eficiencia de la fertilización nitrogenada depende de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, pH, régimen de precipitación pluvial, fuente nitrogenada utilizada, época de aplicación y especie cultivada (20).

En suelos livianos con drenaje rápido de regiones de alta precipitación, la eficiencia de la aplicación de nitrógeno puede ser sumamente baja, sobre todo si se utilizan fuentes nítricas. Bajo estas condiciones, la eficiencia va de 20 a 50%. En regímenes de lluvias moderado a bajos, en suelos con capacidad intercambiable catiónico normal, la eficiencia está entre 50 y 80% (20).

Comercialmente, el trigo responde positivamente a la aplicación directa de fertilizantes nitrogenados, en aquellos suelos donde su con-

tenido es bajo y la precipitación anual excede de 889 mm (40).

En suelos con pH mayor de 7, la eficiencia puede ser fuertemente afectada por la volatilización, especialmente si se fertiliza con fuentes amoniacales o úrea y superficialmente, bajando dicha eficiencia a un 30%.

La eficiencia de los fertilizantes amoniacales puede ser muy inferior a la de las fuentes nítricas, en los casos que los suelos presenten una muy débil mineralización del NH_4 o cuando el suelo presenta una acentuada preferencia por el NO_3 .

Para efectuar la práctica de fertilización nitrogenada es muy importante conocer la textura de los suelos en la capa arable. Se requieren cantidades más altas de nitrógeno en suelos arenosos, especialmente si hay lluvias porque se presentan pérdidas por lixiviación (29).

Según Marín (28) las recomendaciones de fertilización nitrogenada de materia orgánica, fósforo y potasio en el Altiplano de Nariño, para trigo y cebada son:

	Contenido de MO (%) P (ppm) y K (meq/100 g)	Dosis recomendadas N Kg/ha
	0,40	0
M.O.	6	30 - 60
	6 - 12	15 - 30
	12	-
		Dosis de P_2O_5

Contenido de MO (%) P (ppm) y K (meq/100 g)		Dosis recomendadas N Kg/ha
	30	75 - 150
P	30 - 45	50 - 75
	45	0
		Dosis de K ₂ O
	0,30	25 - 50
K	0,30 - 0,45	0 - 25
	0,45	0

Para suelos de Colombia, el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" propuso los siguientes patrones de evaluación de la disponibilidad de nitrógeno en base en la determinación del nitrógeno total:

Niveles de disponibilidad	N Total (%)
Muy pobre	0 - 0,10
Pobre	0,10 - 0,15
Mediano	0,15 - 0,25
Rico	0,25 - 0,30
Muy rico	mayores de 0,30

Cooke (11) afirma que los rendimientos de los cultivos son afectados, no solo por la cantidad de nitrógeno aplicado, sino también por la fertilidad inherente del suelo. El efecto de la fertilización, especialmente de nitrógeno, sobre el rendimiento de trigo, difiere entre

variedades según las características morfológicas de las mismas, tales como la altura de la planta (2, 16, 17, 25, 40).

Con aplicaciones elevadas de nitrógeno, las variedades de tallo largo pueden crecer más, pero la producción de grano no se incrementa, porque las plantas se vuelcan y los rendimientos con frecuencia declinan en lugar de aumentar (36, 38).

Hojjali y Malaki (22) encontraron que aplicaciones de 50-100 kg/ha de nitrógeno no afectaban la producción de trigo, pero el rendimiento decreció con aplicaciones de 200 kg/ha. Así mismo, la relación del grano con el total de la materia decreció, demostrándose que el nitrógeno en altas dosis estimula más el crecimiento vegetativo que la producción de grano.

Cuando hay fertilización con nitrógeno en cantidades altas, en trigos enanos, no hay volcamiento y los rendimientos se incrementaron (36).

Según Woodward (43), el incremento de los rendimientos en las variedades de tallo corto, se debe a que se aumenta el número de granos por espigalla y el mayor número de macollas por unidad de área.

2.4.5 Fraccionamiento de la fertilización nitrogenada

La época más oportuna de aplicación de fertilizantes nitrogenados,

depende del tipo de fuente utilizada, de las condiciones de suelo, del clima y del cultivo (26).

Un aspecto que fundamentalmente decide sobre el número de aplicaciones de nitrógeno, es la intensidad del fenómeno de lixiviación. En suelos de textura liviana, donde obviamente la CIC es relativamente baja, la movilidad del nitrógeno es muy intensa, lo que trae como consecuencia que gran parte del mismo se pierda por lixiviación antes de que el cultivo lo utilice. Esta circunstancia hace necesario aplicar el nitrógeno en forma fraccionada (26).

En lo pertinente a la fertilización nitrogenada, se ha encontrado que entre más liviano sea el suelo y entre más lluviosa la región, mayor será el beneficio de la aplicación fraccionada de nitrógeno (19).

En la inmensa mayoría de estudios comparativos entre aplicaciones fraccionadas de nitrógeno y una sola aplicación, se ha conseguido los mayores rendimientos, cuando la dosis de nitrógeno se ha fraccionado en dos aplicaciones durante el período vegetativo (13).

Para las condiciones de Colombia, Marín (28) concluye que se obtienen mayores rendimientos cuando la fertilización nitrogenada se hace fraccionada en dos o tres aplicaciones que cuando se aplica en una sola vez.

Brauer y otros (5) efectuaron fertilización nitrogenada en diferentes fases del cultivo de cebada, encontrando la mayor respuesta al hacer la aplicación del fertilizante al iniciar la época de macollamiento.

Stanberry (37) menciona que aplicaciones de nitrógeno en la época de siembra, dieron como resultado un aumento en el número de granos por espiga, el peso de los granos y la producción, pero el número de espigas por planta disminuyó.

Respecto al trigo, Dilz (14) encontró que en el curso de la fertilización nitrogenada en estado precoz, el nitrógeno fomenta el macollamiento y, al terminarse esta etapa, ejerce una influencia en la diferenciación de las espigas y el número de granos por espiga. En cambio, la aplicación tardía, retarda la maduración de las hojas y prolonga el período de llenado de grano.

Hunter (23) afirma que cuando se busca producir solamente grano, sin importar el contenido de nitrógeno de este cultivo, los resultados más satisfactorios se obtienen dividiendo la aplicación de nitrógeno en una época temprana y otra más tardía; además, en esta forma se disminuye el volcamiento.

2.4.6 Fertilización nitrogenada en Nariño

La recomendación del ICA para el cultivo de trigo en los suelos de Nariño fluctúa para los elementos primarios: nitrógeno 20-29 kg/ha, fósforo 52-90 kg/ha; potasio 12-30 kg/ha; y 140 kilos de semilla. La fertilización actualmente se hace en forma total al momento de la siembra (27).

Algunos trabajos realizados por Muñoz y otros (32), Ordoñez y Valencia (32, 13) indican la respuesta al fósforo. Estos autores obtuvieron 2.430 kg/ha con 100 kg/ha de P_2O_5 acompañados de 50 kg/ha de N y 50 kg/ha de K_2O . Muñoz y otros (32), Ordoñez y Valencia (33) y Méndez (31) reportan respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada en algunos suelos de Nariño.

Es bien conocido y probado el hecho de que los requerimientos de nitrógeno por los cultivos no son uniformes a lo largo de su ciclo vegetativo, sino que existen ciertos estados fisiológicos durante los cuales los requerimientos son altos y otros períodos durante los cuales las demandas del elemento son bajas.

Lo anterior ha determinado que una de las prácticas más comunes para obtener mayor eficiencia de la fertilización nitrogenada sea la aplicación fraccionada de la dosis total de nitrógeno (19).

Delgado y Delgado (13), estudiaron el efecto de época de aplica-

ción de nitrógeno en trigo y encontraron que las aplicaciones fraccionadas tenían efecto positivo en la producción. Los mayores rendimientos (3.694 kg/ha) los obtuvieron al fraccionar 60 kg de nitrógeno así: 20 kg/ha al momento de la siembra; 20 kg/ha a los 20 días y 20 kg/ha a los 60 días después de la siembra.

Rendimientos algo menores, pero no significativos, se obtuvieron al fraccionar los 60 kg/ha de nitrógeno en 30 kg/ha de nitrógeno al momento de la siembra y 30 kg/ha de N a los 30 días después de la siembra (30).

En algunos estudios realizados en lotes de agricultores, por Pantoja (34), se observó que la recomendación sobre fertilización y densidad de población podría estar alrededor de 50-60 kg/ha de nitrógeno, 70 kg/ha de fósforo, 0 kg/ha. de potasio y 170 kg/ha de semilla.

En este mismo estudio se muestra que hay una respuesta evidente al pasar de 55 a 85 kg/ha de P_2O_5 y de 114 a 141 kg/ha de semilla. A partir de estos valores máximos, el rendimiento continúa en menor proporción a los rangos anteriores (30).

La densidad de siembra debe ser considerada cuidadosamente y está relacionada con otras prácticas propias para la producción del cultivo (21). Según Borlaug (4), la cantidad de semilla a sembrar depende generalmente de la fertilidad de los suelos y de la cantidad

y distribución de las lluvias. Peterson (35), afirma que el trigo como cultivo de grano se puede sembrar en una cantidad que varía hasta los 180 kg/ha; y la densidad depende de las condiciones locales y los métodos de siembra.

En general, se ha encontrado que las aplicaciones fraccionadas de nitrógeno suelen dar mejores resultados agronómicos que los de una sola aplicación. Sin embargo, es apenas lógico esperar considerables variaciones en el número de aplicaciones, los estados de desarrollo del cultivo en los cuales se efectúan y la proporción de la dosis total de nitrógeno que se aplica en cada caso, para alcanzar la máxima eficiencia en la fertilización, pues ello depende de la interacción entre las condiciones del suelo, las características del clima, las inherentes a la especie y variedad cultivada y a los componentes tecnológicos del agro-sistema (19).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ecología y tecnología local de producción

3.1.1 Localización

Para los propósitos de este trabajo se considera área del Departamento situada entre los 2.100 a 2.800 msnm. La temperatura oscila entre 10 y 16°C y la temperatura media es de alrededor de los 14°C. El promedio anual de lluvias varía entre 900 y 1.300 mm.

3.1.2 Ecología

Las regiones donde se realizó el trabajo, son de origen volcánico y la mayor parte del área puede ubicarse dentro del bosque seco Montano bajo.

3.1.3 Suelos

Las condiciones de los suelos del Altiplano de Nariño son muy variables, pero en general las cenizas volcánicas ejercen su influencia en las propiedades de los suelos. Según Benavides (*) los suelos

(*) Homero Benavides. Profesor Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

correspondientes al desarrollo del trabajo se encuentran clasificados tentativamente así: Orden Inceptisoles, especialmente Distrandept y algunos Eutropept y Distropept.

Para tener conocimiento del estado de fertilidad de los suelos se procedió a la recolección de muestras en los diferentes sitios, y luego se les hizo su correspondiente análisis en el laboratorio de suelos del ICA-Palmira. Los datos obtenidos aparecen en el Cuadro 1.

3.1.4 Preparación del suelo

La preparación del suelo para la siembra de los experimentos se efectuó de acuerdo a los métodos tradicionales del agricultor (una arada de reja y dos trastrilladas).

3.2 Hipótesis y supuestos

3.2.1 Hipótesis

- Existe un alto grado de correlación entre las mejores dosis y épocas de aplicación de nitrógeno, y una interacción de estos factores con la densidad de población.
- La aplicación de nitrógeno en forma fraccionada, ésta tiene un efecto positivo en la producción.
- El sitio geográfico influye directamente sobre los rendimientos del trigo.

CUADRO 1. RESULTADOS DE ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

Lugar	Textura	pH	M.O. %	P pm	Ca	Mg me/100g	K	Na
Tangua	F. Ar.	6,0	6,5	56,3	5,8	1,3	1,17	0,15
	F. Ar.	6,0	7,5	36,3	5,8	1,1	0,86	0,18
	F. Ar.	6,1	7,8	32,4	5,8	1,1	0,83	0,18
Santa Cruz	F	5,7	14,2	8,8	2,8	0,7	0,71	0,17
	F	5,7	12,9	11,6	3,2	0,3	0,56	0,15
	F	5,7	15,0	12,0	3,6	0,1	0,58	0,14
Samaniego	F. Ar.	6,2	9,9	5,3	11,6	3,5	3,0	0,18
	F. Ar.	6,0	10,2	3,3	8,2	2,4	1,32	0,13
	F	6,1	10,7	3,5	9,2	2,0	1,01	0,4
La Cruz	F	6,4	12,1	3,0	2,4	0,3	0,52	0,25
	F	6,2	13,6	10,2	3,4	0,3	0,42	0,16
	F	6,2	8,8	8,4	3,2	0,3	0,67	0,15
Yacuanquer	F	5,4	14,6	114	4,67	0,64	0,82	0,33
	F	5,4	12,3	175	4,9	0,60	0,73	0,31
	F	5,5	15,4	175	4,9	0,71	0,85	0,39

FUENTE: Instituto Colombiano Agropecuario - Palmira

3.2.2 Supuestos

- La forma de preparación del suelo, el sistema de siembra del agricultor (voleo) y la aplicación del fertilizante en la misma forma son eficientes y no interfieren en el tipo de respuesta a los factores en estudio.
- En el espacio de exploración 26 - 78 y 23 - 69 kilogramos de nitrógeno por hectárea se encuentra localizado el tratamiento que elimina la deficiencia de nitrógeno.
- Los niveles de fósforo (60 kg de P_2O_5) y potasio (0 kg de K_2O) no limitan los rendimientos.

3.3 Investigación desarrollada en el campo

Para probar las hipótesis planteadas y lograr los objetivos mencionados anteriormente, se condujeron los mismos tratamientos en cinco Municipios y ocho Veredas del Departamento de Nariño durante los años 1982 y 1983, en la siguiente forma:

Municipio	Veredas
Yacuanquer	: Pueblo y Moechiza
Tangua	: Paramillo y Cebadal Alto
Santa Cruz	: Guachavez
Samaniego	: Chuguldí
La Cruz	: San Rafael y La Estancia

3.3.1 Diseño estadístico

Espacio de exploración.- Los espacios de exploración para los factores en estudio fueron: 26 - 78 kg/ha de nitrógeno y 150-170 kg/ha de semilla para 1982; y 23 - 69 kg/ha y 150 - 170 kg/ha de nitrógeno y semilla, respectivamente para 1983.

Los niveles de fertilización empleados fueron: 26 - 60 - 0, 52 - 60 - 0 y 78 - 60 - 0 kg/ha de nitrógeno, P_2O_5 y K_2O respectivamente para el año 1982; y 23-60-0, 46-60-0 y 64-60-0 kg/ha de nitrógeno, P_2O_5 y K_2O respectivamente para 1983; cuyo diseño de tratamientos fue:

Año 1982

Tratamiento No.	kg/ha de N (Nitrón-26)	Densidad de Población kg/semilla
1	26	150
2	26	170
3	52	150
4	52	170
5	78	150
6	78	170
7	52	150 (Todo el N a la siembra) *
8	52	150 (Todo el N al macollamiento)*

* Adicionales

Año 1983

Tratamiento No.	Kg/ha de N (Nitrón-26)	Densidad de Población Kg/semilla
1	23	150
2	23	170
3	46	150
4	46	170
5	69	150
6	69	170
7	46	150 (Todo el N a la siembra)*
8	46	150 (Todo el N al macollamiento)*

* Adicionales

Se utilizó un factorial completo de tres niveles de nitrógeno por dos densidades de población para un total de seis tratamientos, más dos tratamientos adicionales para comparar.

En los tratamientos 1 a 6 el nitrógeno se aplicó así: la mitad al momento de la siembra y la otra mitad al macollamiento; en los tratamientos adicionales el nitrógeno se lo aplicó todo al momento de la siembra y todo el nitrógeno al macollamiento. Para el año 1982 Semestre A se utilizó como fuente de nitrógeno Nitrón del 26%, y para el año 1983 Semestre A, se utilizó úrea del 46%. Además a todos los tratamientos se les aplicó 60 kg/ha de P_2O_5 y 0 kg/ha de K_2O .

3.3.2 Area experimental

Para la distribución de los ocho tratamientos se utilizaron parcelas individuales de 5 x 10 m - 50 m², y el tamaño del experimento fue de 1.500 m² (incluyendo calles).

3.3.3 Semilla

Se utilizó semilla certificada de trigo variedad Bonza 63, por ser la que más se cultiva en las regiones donde se realizó el trabajo.

3.3.4 Siembra y fertilización

Estas dos labores se hicieron al voleo, por ser el sistema aplicado por el agricultor nariñense.

3.3.5 Labores culturales

Se controló oportunamente las malezas como la Lengua de vaca (Rumex crispus), Lenguilla (Rumex acetocella), La miona (Spergula arvensis), Gualola (Polygonum sagetum), Rábano (Raphanus raphanistrum) y la Altamisa (Ambrosia artemisi colium).

Los productos utilizados en el control fueron: Aretit en dosis de 5 copas por bomba de 20 litros, 15 días después de haber salido el trigo: Afalón 3 cucharadas por bomba de 20 litros antes que el

cultivo salga, y Banvel-D, 2 copas por bomba de 20 litros. Este producto se aplicó en forma localizada entre los 35 y 45 días después de que el trigo salió.

En el Departamento y en los sitios de experimentación se tuvo como principales afecciones las siguientes:

Roya amarilla (Puccinia striiformis tritici), Roya de la hoja (Puccinia recondita), Roya del tallo (Puccinia graminis tritici) y Carbón hediondo (Tilletia caries); para controlar estas enfermedades se aplicó Manzate, Bayleton y Mancozeb, aplicando este producto en las épocas de macollamiento y embuchado, y luego otra al iniciar el espigamiento; para el Carbón hediondo se recomendó tratar las semillas con pentacloronitrobenceno.

3.3.6 Cosecha

Al llegar el cultivo a su madurez fisiológica, se realizó la cosecha por parcela en forma manual de las espigas, dejando un marco externo más o menos representativo para evitar la influencia de bordes. La trilla se efectuó en una máquina estacionaria tipo pullman de 9 HP a 43600 rpm, del Programa de Cereales del Centro de Investigaciones del ICA - Obonuco. Así mismo, se tomó la humedad de la semilla (15% de humedad) y el puntaje del grano; posteriormente se realizó el pesaje del producto de cada parcela, correspondiente a cada tratamiento con la ayuda de una balanza romana, anotando su medición

para su posterior análisis de los resultados.

3.4 Procedimiento estadístico

Con los datos obtenidos en la cosecha del grano se hicieron transformaciones para obtener los resultados en kg/ha.

Posteriormente a los datos se les hizo un análisis de variancia para conocer el efecto en-re tratamientos y repeticiones a nivel de sitio experimental y la prueba de significación de Tukey.

También se hizo el análisis de presupuesto parcial y análisis marginal, con el propósito de organizar la información de manera tal que ayude a tomar una decisión de manejo en particular desde el punto de vista económico.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Cantidad y distribución de la precipitación

Los datos de precipitación mensual de los sitios experimentales, reportados por el Instituto de Meteorología e Hidrología y Adecuación de Tierras HIMAT, fueron promediados mensualmente para cada período agrícola del cultivo, debido a las variaciones que presentaron.

En el Cuadro 2 y Gráfica 1 se muestran las cantidades y distribución de la lluvia para cada año en estudio.

Como se puede observar, para los dos años 1982 y 1983, las lluvias para los primeros meses del ciclo vegetativo fueron las necesarias, no así para los meses siguientes de desarrollo, macollamiento, espigamiento del cultivo, favoreciendo de esta forma el ataque de enfermedades principalmente las fungosas, las cuales perjudican el rendimiento final del cultivo.

La precipitación se la consideró como una variable de sitio, ya que fue diferente para cada zona experimental, lo cual influye de manera definitiva en el rendimiento de un cultivo.

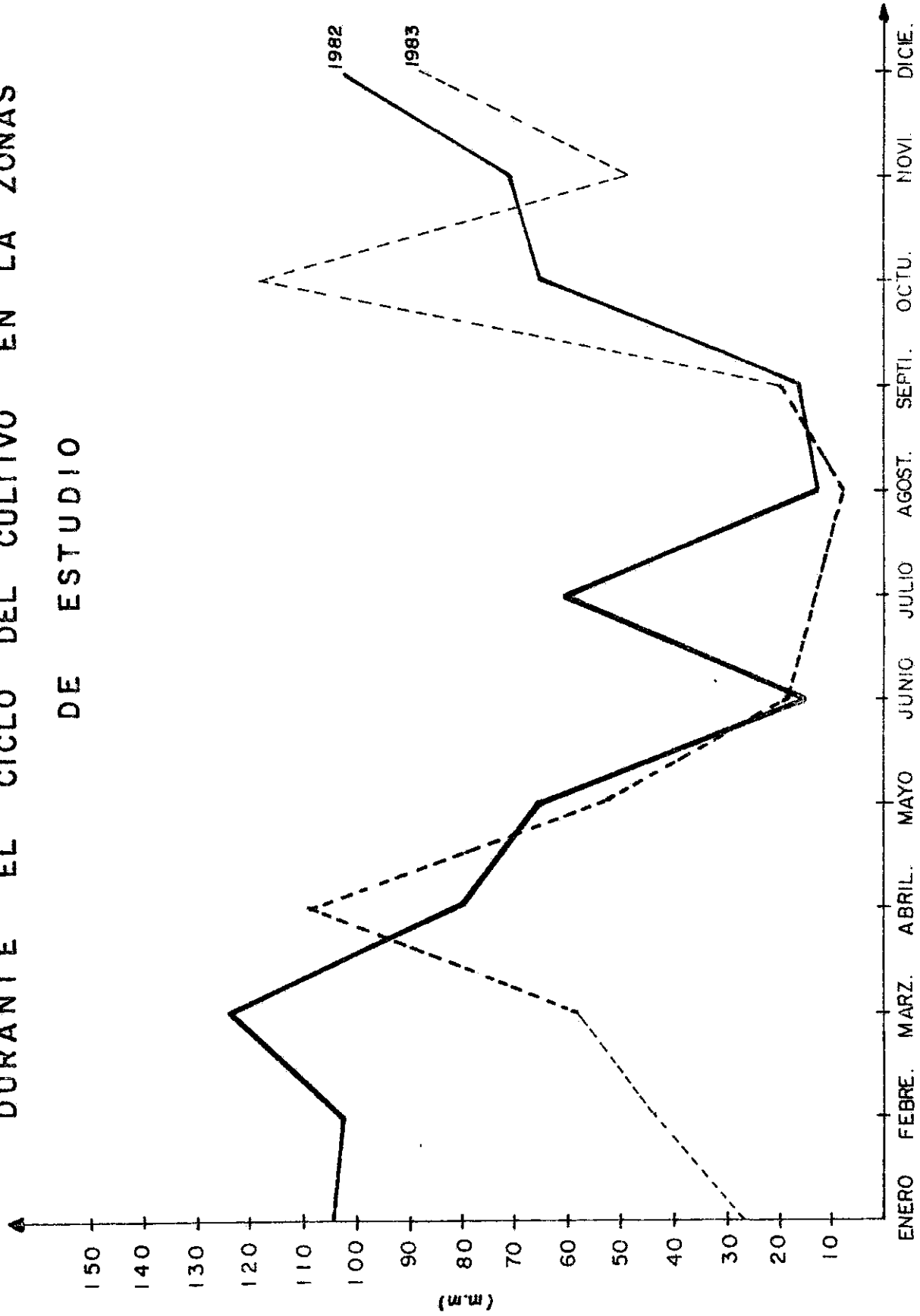
CUADRO 2. CANTIDAD Y DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION MENSUAL EN
LAS ZONAS DE ESTUDIO (1982-1983)

(m.m)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1982	104.0	103.0	125.0	80.0	64.0	18.0	60.0	13.0	15.0	65.0	70.0	103.0
1983	27.0	43.5	58.0	109.0	51.0	18.5	14.0	9.4	23.0	119.4	47.0	88.0

FIGURA 1.

DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO EN LA ZONAS DE ESTUDIO



La siembra para 1982 se la realizó en los primeros días del mes de Febrero, mientras que para 1983 se la efectuó en la primera quincena de Marzo, por lo que ha sido tomada en cuenta como una variable de sitio.

4.2 Respuesta a los estímulos aplicados

De los datos de producción en kilogramos por hectárea de trigo de la variedad Bonza 63 (Cuadros 1 y 2 del Apéndice), se realizó el análisis de variancia obteniéndose los siguientes resultados:

Año 1982 - Semestre A

Santa Cruz - Guachavez:

Se obtuvieron diferencias significativas entre bloques y altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 3). Al comparar los promedios de rendimientos, utilizando la prueba de Tukey se encontró que en los tratamientos 3 y 5 con 2 y 3 bultos de Nitrón-26 y 150 kg/ha de semilla se detectaron los mejores rendimientos de trigo: 4.886,6 y 4.843,3 kg/ha respectivamente, con diferencias altamente significativas respecto a los tratamientos 8 y 6 donde se aplicó 2 bultos/ha de Nitrón-26 y 150 kg/ha de semilla a la siembra y macollamiento, respectivamente. Además, los tratamientos 3 y 5 fueron significativos con el tratamiento 7 en el cual se utilizó 2 bultos de Nitrón-26/ha y 150 kg/ha de semilla en el momento de la siembra, más no se presentaron diferencias respecto a los tratamientos 1, 2 y 4 donde se aplicaron 1, 1 y 2 bultos de Nitrón-26/ha en siembra y maco-

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION.

(Santa Cruz-Guachavez - 1982)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F. CALCULADO	F. TABLA	
					1%	5%
Bloques	2	1200116	600058	3.86 *	3.74	6.51
Tratamientos	7	8572183	1224597.6	7.87 **	2.77	4.28
Error	14	2177590	155542.14			
TOTAL	23					

(8)	3200	4866.6	4843.3	4.200	4083.3	3755.3	3643.3	3276.6	3.200
(6)	3276.6	1666.6 xx	1643.3 xx	1.000.0 NS	8833	555.3 NS	443.3 NS	76.6 NS	
(7)	3643.3	1590.0 xx	1566.7 xx	923.4 NS	806.7 NS	478.7 NS	366.7 NS		
(1)	3755.3	1223.3 x	1200.0 x	556.7 NS	440.0 NS	112.0 NS			
(2)	4083.3	1111.3 NS	1086.0 NS	444.7 NS	328.0 NS				
(4)	4200	666.6 NS	643.4 NS						
(5)	4843.3	23.3 NS							
(3)	4866.6								

ALT (5%) = 1136.2

ALT (1%) = 1425.4

llamiento y 150, 170 y 170 kg/ha de semilla.

Los resultados reportados por Hojjali y Maleki (2) corroboran los datos obtenidos en el presente estudio, ya que con aplicaciones de más de 100 kg/ha de nitrógeno los rendimientos comienzan a decrecer y a estimularse el crecimiento vegetativo del cultivo.

El lote experimental en Guachavez con un contenido alto de materia orgánica (14%), con la aplicación de 1, 2 y 3 bultos de Nitrón-26/ha no se encontraron diferencias en cuanto a producción, cuando se aplique 3 bultos de Nitrón-26 y la cantidad de semilla sea de 150 kg/ha, ya que si se aumenta la cantidad de semilla a 170 kg/ha se presenta mucho volcamiento y disminuye el macollamiento. Lo anterior concuerda con trabajos realizados por Cepeda (9), quien afirma que densidades bajas evitan el volcamiento de las plantas y una mayor producción de macollas. Además, es posible que exista mayor susceptibilidad a problemas de enfermedades ya que la humedad relativa es mayor en el ambiente que rodea a las plantas, como se pudo observar en el caso de la roya amarilla.

Es de anotar que cuando se aplica todo el nitrógeno a la siembra puede ocurrir inmovilización del nutriente, debido a la alta población microbiana que se presenta cuando el contenido de materia orgánica es alto, como en el presente caso. Al aplicar todo el nitrógeno al macollamiento tampoco se incrementó la producción, porque el

avivamiento de yemas que dan lugar a los tallos sucede después de la germinación, pero ya en el macollamiento lo que ocurre es un letargo y las aplicaciones de nitrógeno que se hagan en esta época no influye en el número de macollas.

Tangua (El Cebadal):

Se encontraron diferencias significativas entre bloques y altamente significativas entre tratamientos según el análisis de variancia (Cuadro 4).

Al comparar los rendimientos/ha el tratamiento 5 con 3 bultos y 150 kg/ha de Nitrón-26 y de semilla, respectivamente, mostró diferencias altamente significativas respecto al tratamiento 3 con 2 bultos de Nitrón-26 y 150 kg/ha de semilla, y significativas respecto al tratamiento 1 con 1 bulto y 150 kg/ha de semilla. Los tratamientos 4 y 6 con 170 kg/ha de semilla y 2 y 3 bultos de Nitrón-26/ha, respectivamente, mostraron diferencias significativas respecto al tratamiento 3.

De acuerdo a lo anotado se puede observar que si se disminuye el fertilizante a 1 y 2 bultos/ha, los rendimientos con 150 kg/ha también disminuyen y se puede presentar incrementos en los rendimientos con 170 kg/ha, cantidad recomendada por Pantoja (34) y Peterson (35). Estos autores señalan que el trigo como cultivo de grano se puede sembrar en cantidades que oscilan entre 120-180 kg/ha manteniendo los rendimientos.

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE FERTILIZACION
FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION.

(Tangua-E1 Cebada1 - 1982)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F. CALCULADO	F. TABLA 1%	F. TABLA 5%
Bloques	2	580382.68	290191.34	3.90 *	6.51	3.74
Tratamientos	7	2739109.55	391301.37	5.24 **	4.28	2.77
Error	14	1045879.15	74705.65			
TOTAL	23					

	(5)	(4)	(6)	(8)	(7)	(2)	(1)	(3)
	3461.40	3112.23	3026.93	2969.93	2965.66	2756.26	2653.86	2231.86
(3)	2231.86	1229.54 xx	880.37 x	795.07 x	738.07 NS	733.80 NS	524.40 NS	422.00 NS
(1)	2653.86	807.54 x	458.37 NS	373.07 NS	316.07 NS	311.80 NS	102.40 NS	
(2)	2756.26	705.14 NS	355.97 NS	270.67 NS	213.67 NS	209.40 NS		
(7)	2965.66	495.74 NS	146.57 NS	61.27 NS	4.27 NS			
(8)	2969.93	491.47 NS	142.30 NS	57.0 NS				
(6)	3026.93	434.46 NS	85.30 NS					
(4)	3112.23	349.17 NS						
(5)	3461.40							

ALT (5%) = 784.40

ALT (1%) = 987.80

Así mismo, no hay diferencias si se aplica el nitrógeno a la siembra o al macollamiento. Esto posiblemente debido a que el cultivo respecto a los requerimientos de nitrógeno no es uniforme a lo largo del ciclo vegetativo (19).

La Cruz (San Rafael):

Al analizar el Anova se encontraron diferencias altamente significativas entre bloques y tratamientos (Cuadro 5). Los rendimientos son bajos, menores de 2.500 kg/ha, pero los tratamientos 5 y 6 con 3 bultos de Nitrón-26/ha y 150 y 170 kg/ha de semilla se presentaron diferencias significativas con el tratamiento 1, en el que se utilizó un bulto de Nitrón-26 y 150 kg/ha de semilla, lo que permite suponer que un incremento notable de fertilizante nitrogenado es más notable que un incremento gradual. Teniendo en cuenta la textura franca de estos suelos, se presentan pérdidas por lixiviación lo que permite el incremento de dosis altas de nitrógeno. Por otra parte los contenidos medios de materia orgánica del suelo generan baja actividad microbiana (Blasco, 3).

La Cruz (La Estancia):

En el análisis de variancia se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 6).

No se presentaron diferencias entre los tratamientos 1 y 2 por lo que con un bulto de Nitrón-26/ha, los rendimientos disminuyen sin

CUADRO 5.

ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE FERTILIZACION
FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION.

(La Cruz - San Rafael - 1982)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALCULADO	F. TABLA 1%	F. TABLA 5%
Bloques	2	791800.34	395900.17	6.54 **	6.51	3.74
Tratamientos	7	1919607.34	274229.62	4.53 **	4.28	2.77
Error	14	847447.66	60531.97			
TOTAL	23					

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1688.6	1782	1800	1846.66	2437.33	2400	2272	1782	1688.66
748.73 x	655.33 NS	637.33 NS	590.67 NS	748.73 x	712.4 x	583.4 NS	533.34 NS	437.33 NS
618.0 NS	600.0 NS	533.34 NS	490.0 NS	618.0 NS	600.0 NS	472.0 NS	425.34 NS	400.0 NS
311.4 NS	218.0 NS	200.0 NS	158.06 NS	311.4 NS	218.0 NS	200.0 NS	153.34 NS	111.4 NS
1800	1782	1800	1846.66	2000	2000	1800	1782	1800
93.4 NS	18.0 NS	18.0 NS	46.66 NS	93.4 NS	18.0 NS	18.0 NS	46.66 NS	18.0 NS
ALT (5%) = 708.80	ALT (1%) = 889.20							

CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE FERTILIZACION
FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION.

(La Cruz - La Estancia - 1982)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C	C.M.	F.CALCULADO	F. TABLA 1%	F. TABLA 5%
Bloques	2	33958.4	16979.20	0.25	6.51	3.74
Tratamientos	7	4079895.9	582842.27	8.76	4.28	2.77
Error	14	931041.6	66502.97			
TOTAL	23					

(2)	3533.33	1333.33 xx	4733.33	(6)	(5)	(8)	(1)	(2)
	4866.66		4733.33		4600	4433.33	4016.66	3533.33
(1)	4016.66	850.00 x	1200.00 xx	1066.67 xx	583.34 NS	900.00 x	866.67 x	483.33 NS
	4400	456.66 NS	333.33 NS	200.00 NS	33.33 NS	416.67 NS	383.34 NS	
(4)	4433	433.66 NS	300.33 NS	167.00 NS				
(8)	4600	266.66 NS	133.33 NS					
(5)	4733.33	133.33 NS						
(6)	4866.66							
(3)								

ALT (5%) = 743.00

ALT (1%) = 932.10

importar la cantidad de semilla/ha, lo cual implica que a menor altura sobre el nivel del mar (2.500 m) se va a presentar mayores pérdidas de nitrógeno por lixiviación, inmovilización y volatilización. Por esta razón todos los tratamientos guardan diferencias estadísticas respecto al tratamiento 2, ya que es escaso el nitrógeno en el suelo; a mayor densidad de siembra mayores problemas de deficiencias de nitrógeno por la competencia entre las mismas plantas. Estos resultados concuerdan con los datos aportados por Delgado y Delgado (13), quienes trabajaron en suelos derivados de cenizas volcánicas de Nariño, obteniendo rendimientos de 3.694 kg/ha al fraccionar el nitrógeno.

Tangua (Chimbatangua):

Al comparar los rendimientos no se encontraron diferencias significativas, a pesar de que sí hubo diferencia entre bloques y tratamientos (Cuadro 7). Los rendimientos tienden a ser mayores con menor cantidad de Nitrón-26; es posible que las diferencias de otros elementos enmascaren los efectos del nitrógeno; también es posible que las pérdidas del nitrógeno sean excesivas y rápidas, o que la variedad Bonza 63, por no tener buena adaptación a la zona donde se hizo el ensayo, presente un crecimiento regular y no responda a la aplicación nitrogenada.

CUADRO 7.

ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE FERTILIZACION
FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION.

(Tangua-Chimbatanga - 1982)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALCULADO	F. TABLA 1%	F. TABLA 5%
Bloques	2	79876.5	39938.25	4.27 *	6.51	3.74
Tratamientos	7	194942.4	27848.91	2.98 *	4.28	2.77
Error	14	130943.4	9353.10			
TOTAL	23					

(5)	813.76	1087.50	1087.16	1054.36	1052.63	1047.6	1036.66	917.06	813.76
(7)	917.06	273.74 NS	273.4 NS	240.6 NS	238.87 NS	233.84 NS	222.90 NS	103.3 NS	
(8)	1036.66	170.44 NS	170.1 NS	137.3 NS	135.57 NS	130.54 NS	119.60 NS		
(6)	1047.60	50.84 NS	50.5 NS	17.7 NS	15.97 NS	10.94			
(4)	1052.63	39.90 NS	39.56 NS	6.76 NS	5.03 NS				
(3)	1054.36	34.87 NS	34.53 NS	1.73 NS					
(1)	1087.16	33.14 NS	32.80 NS						
(2)	1087.50	0.34 NS							

ALT (5%) = 278.60

ALT (1%) = 349.60

Año 1983 - Semestre A

Yacuanquer - (Pueblo):

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos por lo que las producciones fueron altas y uniformes, debido al buen contenido de materia orgánica, y a la buena fertilidad en general de los suelos, además de contarse con condiciones medio ambientales que favorecen el normal desarrollo del cultivo de trigo Bonza 63, que es la variedad de mayor adaptación a la zona, y la que mayores rendimientos presenta al aumentar la cantidad de semilla de 150 a 170 kg/ha (Cuadro 8).

Yacuanquer (Mohechiza):

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 8), por las razones anotadas anteriormente. Sin embargo, es importante investigar la causa por la cual el nitrógeno no actúa a mayores aplicaciones. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ordoñez y Valencia (33) y Méndez (31), quienes realizaron investigaciones en suelos similares con la variedad Bonza 63, con rendimientos altos y constantes como los encontrados para esta zona.

Tangua (El Tambor)

Se obtuvieron buenas producciones y diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 9). Al comparar los promedios de los rendimientos se observa que todos presentan diferencias significativas respecto al tratamiento 8 donde la aplicación del nitrógeno

CUADRO 8

ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE
FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION
(Yacuanquer-Pueblo-1983)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C	C.M.	F. CALCULADO	F. TABLA 1%	5%
Bloques	2	235833.33	117.916.66	1.45 NS	6.51	3.74
Tratamiento	7	885000.00	126.428.57	1.56	4.28	2.77
Error	14					
TOTAL	23					

ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE
FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION
(Yacuanquer-Moechiza-1983)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F. CALCULADO	F. TABLA 1%	5%
Bloques	2	445670.56	222835.28	1.89 NS	6.51	3.74.
Tratamientos	7	890102.75	127157.54	1.08 NS	4.28	2.77
Error	14	1648746.03	117767.57			
TOTAL	23					

ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE
FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION
(Tangua-Cebada1-1983)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F. CALCULADO	F. TABLA 1%	5%
Bloques	2	343333.33	171666.67	1.70 NS	6.51	3.74
Tratamientos	7	179958.33	257083.33	2.54 NS	4.28	2.77
Error	14	1416667.17	101190.51			
TOTAL	23					

se hizo al macollamiento, lo cual indica que es necesario efectuar aplicaciones de nitrógeno en las primeras etapas de desarrollo del cultivo. Esto obedece a que en el macollamiento ya se han formado las macollas y no hay activamiento de brotes, que influye en que las plantas de desarrollen más y sean propensas al volcamiento.

Los tratamientos 1, 4 y 5 con 1, 2 y 3 bultos de úrea/ha, con 170, 150 y 150 kg/ha de semilla, presentaron diferencias estadísticas respecto a los tratamientos 6 con 3 bultos de úrea/ha y 170 kg/ha de semilla, y el 3 con 2 bultos de úrea/ha y 150 kg/ha de semilla.

Los anteriores datos no muestran ninguna relación entre la cantidad de semilla y la cantidad de fertilizante/ha empleada. El comportamiento anterior posiblemente se debe a lo anotado por Ordoñez y Valencia (33) y Muñoz et.al (32), quienes afirman que las aplicaciones de nitrógeno en suelos con contenidos de materia orgánica mayores del 6% y más de 30 ppm de fósforo disponible como en el presente caso (7,5% de M.O. y 43 ppm de P), no deben ser mayores de 30 kg/ha de nitrógeno, si se quiere obtener buenos rendimientos.

Tangua (El Cebadal):

Se presentan altas producciones pero no se encontraron diferencias entre tratamientos (Cuadro 8), lo que hace suponer que la actividad microbial, los procesos de inmovilización y de denitrificación sean menores, debido a la altura de la región donde la temperatura es ba-

CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE FERTILIZACION
FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION.

(Tangua - El Tambor -

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALCULADO	F. TABLA	
					1%	5%
Bloques	2	17.500.00	8750	0.09 NS	6.51	3.74
Tra tamientos	7	14.566.666.67	2080952.38	20.87 xx	4.28	2.77
Error	14	1.395.833.33	99702.38			
TOTAL	23					

	(4)	(5)	(1)	(7)	(2)	(3)	(6)	(8)
4900	4833.33	4800	4333.33	4200	3733.33	3533.33	2466.66	
(8) 2466.66	2433.34 xx	2333.34 xx	1866.67 xx	1733.34 xx	1266.67 xx	1066.67 x		
(6) 3533.33	1366.67 xx	1266.67 xx	800.00 NS	666.67 NS	200.00 NS			
(3) 3733.33	1166.67 xx	1066.67 x	600.00 NS	466.67 NS				
(2) 4200.00	700.00 NS	633.33 NS	133.33 NS					
(7) 4333.33	566.67 NS	500.00 NS						
(1) 4800.00	100.00 NS	33.33 NS						
(5) 4833.33	66.67 NS							
(4) 4900.00								

ALT (5%) = 909.70

ALT (1%) = 1141.20

ja. Resultados similares fueron encontrados en estudios realizados por el ICA (25).

La Cruz (San Rafael):

De acuerdo con el análisis de variancia se detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 10). Al comparar los rendimientos se encontró que el tratamiento 4 y 6 fueron los de mayores producciones con 2 y 3 bultos de úrea y 170 kilos de trigo/ha, con diferencias estadísticas respecto a la aplicación de 150 kilos a la siembra en el tratamiento 7 y a los tratamientos donde solo se aplicó un bulto de úrea/ha, tratamientos 1 y 2. Además, el tratamiento 4 presentó diferencia significativa con el tratamiento 3 con 150 kilos de semilla/ha.

Lo anterior implica que a medida que se incrementa la cantidad de úrea, se puede variar la cantidad de semilla del 150 a 170 kg/ha.

Estudios realizados por Melo (30) y Méndez (31) en suelos del Departamento de Nariño muestran la misma tendencia del presente estudio.

La Cruz (La Estancia):

Los rendimientos disminuyen, y al aplicar el análisis de varianza no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 11) Esto parece estar afectado por el contenido alto de materia orgánica que mineraliza cantidades altas de nitrógeno (3).

CUADRO 10. ANALISIS DE VARIANCI A Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE FERTILIZACION
FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACION

(La Cruz - San Rafael - 1983)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F. CALCULADO	F. TABLA 1%	F. TABLA 5%
Bloques	2	145.833.33	72916.66	0.29 NS	6.51	3.74
Tratamientos	7	1520958333	2172797.62	8.56 xx	4.28	2.77
Error	14	3554166.67	253869.04			
TOTAL	23					

	(4)	(6)	(8)	(5)	(3)	(1)	(2)	7
	5266.66	4733.33	4266.66	4100.00	3800	3066.66	3066.66	2933.33
(7)	2933.33	2333.33 xx	1800.00 x	1333.33 NS	866.67 NS	133.33 NS		
(2)	3066.66	2200.00 xx	1666.67 x	1033.34 NS	733.34 NS			
(1)	3066.66	2200.00 xx	1666.67 x	1033.34 NS	733.34 NS			
(3)	3800.00	1466.66 x	933.33 NS	300.00 NS				
(5)	4100.00	1166.66 NS	633.33 NS					
(8)	4266.66	1000.00 NS	466.66 NS					
(6)	4733.33	533.33 NS						
4	5266.66							

ALT (5%) = 1451.60

ALT (1%) = 1821.03

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE TUKEY DE LOS RESULTADOS DE FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTE DENSIDAD DE POBALCION

(La Cruz - La Estancia - 1983)

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C.	C.M.	F.CALCULADO	F. TABLA	
					1%	5%
Bloques	2	15833.33	7916.66	0.05 NS	6.51	3.74
Tratamientos	7	2789583.33	398511.9	2.35 NS	4.28	2.77
Error	14	2369166.67	169226.19			
TOTAL	23					

CUADRO 11A. ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE FERTILIZACION
FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTES DENSIDADES DE
POBLACION POR LOCALIDADES

FUENTE DE VARIACION	G.L	S.C.	C.M.	F.CALCULADO	F. TABLA	
					1%	5%
Localidad	5	78938680.55	15787736.11	88,89 **	2.32	3.22
Tratamiento	7	3805486.11	543640.87	0.99 NS	2.11	2.85
Trat. x Local.	35	14364097.22	410402.77	0.75 NS	1.56	1.88
Error	84					

Según el análisis realizado para ver el efecto de los factores en estudio entre las diferentes localidades, se puede observar (Cuadro 11A) que se presenta una diferencia altamente significativa entre ellas, demostrando con esto que los conjuntos productivos son diferentes.

4.3 ANALISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL Y ANALISIS MARGINAL

La aplicación del análisis de presupuesto parcial es de gran utilidad cuando un agricultor decide hacer un cambio de su sistema de producción como comprar semillas mejoradas, cultivar una nueva variedad y usar cantidades mayores o menores de fertilizante; en estos casos, el agricultor generalmente piensa en los aspectos económicos involucrados, y efectúa un ejercicio llamado presupuesto de la finca ya sea mentalmente, o en el caso de decisiones más complejas escribe los factores más importantes siguiendo para ello un procedimiento formal de presupuesto.

También toma en cuenta factores como disponibilidad estacional de mano de obra, flujo de dinero en efectivo y los riesgos de abandonar sus prácticas de producción desarrolladas durante muchos años.

También se emplea para comparar el impacto de un cambio tecnológico sobre los costos e ingresos de la finca. Este enfoque del presupuesto se denomina parcial porque no incluye todos los costos de producción, sino solo aquellos que son diferentes al comparar las prácticas usuales de producción que sigue el agricultor con las prácticas propuestas.

El análisis de presupuesto parcial permite cuantificar el impacto que en el sistema de producción del agricultor tenga sobre su

ingreso neto sin necesidad de conocer todos sus costos de producción.

El análisis de presupuesto parcial es útil en cada fase del proceso de investigación, transferencia, adopción. En el primer caso, puede ayudarle al investigador a concentrar su atención en aspectos de las tecnologías que está desarrollando, en las cuales es necesario reducir costos y aumentar beneficios. En el segundo, puede ayudarse al técnico a desarrollar recomendaciones aceptadas con un alto potencial de adopción. Por último, puede ayudarle al agricultor a mejorar su proceso de toma de decisiones.

Objetivos

1. Identificar los beneficios asociados con diferentes tratamientos y evaluarlos en forma consistente con las circunstancias del agricultor.
2. Derivar recomendaciones a partir de información sobre costos, beneficios y variabilidad que estén acordes con las metas del agricultor, como son las de aumentar su ingreso medio, disminuir costos y evitar riesgos.

Metodología

La metodología que se sigue para hacer el análisis económico de los ensayos es la de presupuestos parciales, que es muy sencilla y cualquier técnico la puede desarrollar fácilmente. Esto permite hacer

los análisis necesarios para poder dar una recomendación más acertada según la disponibilidad de capital y de aversión al riesgo del agricultor.

Para una mayor comprensión de la metodología desarrollamos un ejemplo con los resultados de uno de los experimentos correspondientes a los ensayos de trigo para diferentes municipios del Altiplano de Nariño, con datos actualizados para el primer semestre de 1984.

Análisis económico de ensayos en trigo

- A. Lo primero que se hace es listar en una tabla los rendimientos por repetición y por tratamientos para luego sacar el rendimiento promedio por tratamiento (Cuadro 12).
- B. El segundo paso consiste en hacer un formato especial para organizar la información de presupuesto parcial. Se inicia listando los niveles promedios de rendimiento de cada tratamiento, luego se descuenta un 25% correspondiente a supuestas pérdidas de cosecha y almacenamiento, para obtener el rendimiento neto ajustado. Se fijó un precio de \$29.500/ton de trigo a nivel de productor, o sea, después de descontar los costos de cosecha, costos de transporte y mermas. Este precio lo multiplicamos por el rendimiento ajustado y nos da el beneficio bruto de campo que aparece en la línea 3. También hay que tener en cuenta los que incurre el agricultor al elegir una alternativa determinada en este caso los

CUADRO 12. RESPUESTA DEL TRIGO A LA FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION

R E P	T R A T A M I E N T O S								PROMEDIO Ton/ha
	23 150		46 170		60 150		69 170		
1	4.50	4.50	4.90	5.40	4.40	4.90	4.50	4.40	4.70
2	5.000	3.90	5.00	5.00	5.10	5.60	5.00	4.40	4.90
3	4.10	5.00	4.60	4.80	4.80	4.30	5.00	4.40	4.62
Promedio Ton/ha	4.53	4.47	4.83	5.10	4.80	4.93	4.83	4.40	4.73

* Todo el nitrógeno se aplicó al momento de la siembra

** Todo el nitrógeno se aplicó al macollamiento.

PRESUPUESTO PARCIAL DE DATOS PROMEDIOS DE ENSAYOS DE FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO Y DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION EN TRIGO

CONCEPTOS	TRATAMIENTOS Kg / Ha								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
	N	23	23	46	46	69	69	46*	46**
	D	150	170	150	170	150	170	150	150
1- Rendimiento Promedio Tn / Ha		4.53	4.47	4.83	5.10	4.80	4.93	4.83	4.40
2- Rendimiento Ajustado Tn / Ha		4.08	4.02	4.35	4.59	4.32	4.44	4.35	3.96
3- Beneficio Bruto (\$/Ha a 29500 Tn)		120360	118325	128325	135405	127440	130980	128325	116820
COSTOS MONETARIOS VARIABLES:									
4- Nitrogeno (\$67/Kg en el campo)		1541	1541	3082	3082	4623	4623	3082	3082
5- Semilla (\$51 Kg en el campo)		7650	8670	7650	8670	7650	8670	7650	7650
6- Costos Monetarios Variables (\$/Ha)		9191	10211	10732	11752	12273	13293	10732	10732
COSTOS VARIABLES DE OPORTUNIDAD:									
7- Jornales Requeridos		0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0
8- Costos del Jornal		250	250	250	250	250	250	250	250
9- Costos de Oportunidad Variables (\$/Ha)		125	125	250	250	375	375	250	250
10- Total Costos Variables (\$/Ha)		9316	10336	10982	12002	12648	13668	10982	10482
11- Beneficio Neto (\$/Ha)		111044	108254	117343	123403	114792	117312	117343	105838

* TODO EL NITROGENO AL MOMENTO SIEMBRA

** TODO EL NITROGENO AL MOMENTO DEL MACOLLAMIENTO.

insumos afectados por esta decisión son los fertilizantes (Nitrón-26 para 1982 y úrea para 1983) y la semilla y la mano de obra requerida para la aplicación.

El precio del nitrógeno en el lugar de compra es de \$65,50/kilo y la semilla a \$50/kilo, pero después de hacer los ajustes de transporte se determinó que el precio en el campo es de \$67 y \$51, respectivamente. El número de jornales necesarios para la aplicación de los fertilizantes y el riego de la semilla oscila entre 0,5 y 1,5 con un costo de \$250/jornal; ésta es una estimación razonable del valor promedio del tiempo del agricultor, aunque para algunos agricultores del área el costo de oportunidad puede aproximarse a cero (cuando no tiene en qué ocupar la mano de obra) en tanto que para otros podría ser mayor. En las líneas 8 y 9 del Cuadro 13 están los datos de la mano de obra para cada tratamiento y en la línea 10 se encuentra el total de todos los costos variables asociados con cada tratamiento.

Finalmente se calcularon los beneficios netos, que son la diferencia entre los beneficios brutos y los costos variables (línea 11).

Según el análisis de presupuesto parcial se estaría tentado en escoger el tratamiento 4, o sea, el de 46 kg de nitrógeno/ha y 170 kg de semilla como la mejor recomendación, ya que es la que ofrece mayor beneficio neto (\$123.403), pero ésta sería una elección incorrecta o

deficiente porque no se han tenido en cuenta algunos aspectos críticos de las circunstancias del agricultor como: escasez de capital, la incertidumbre y la aversión al riesgo. Puede existir alguna recomendación que dé un ingreso neto alto, pero de la misma forma se requieren mayores cantidades de insumos, situación ésta que muchos agricultores no están en capacidad de adoptar por la limitante de capital.

En el análisis anterior se incluyeron los costos de todos los insumos que varían con una decisión de producción determinada. Estos costos abarcaron los costos en efectivo de insumos comprados, pero no el costo del capital. Por capital se entiende el valor del dinero (propio o prestado) que se invierte en forma de insumos con la esperanza de recuperarlos más tarde. La mayoría de los minifundistas poseen muy poco capital propio y les interesa invertir en solamente aquellos insumos que pueden darles las mayores ganancias. Esto significa que el costo de oportunidad del capital, así como su costo directo, es un tanto alto para estos agricultores.

Se tiene el caso de un agricultor A que obtiene un crédito para la producción a través de la Caja de Crédito Agrario. Se obtiene dinero para una nueva alternativa de producción, su costo de capital será un costo directo, puesto que él tiene que pagar intereses a una tasa del 18% al año sobre el préstamo, pero también debe pagar una prima de seguro de vida del 1% de la cantidad del préstamo. Así

mismo, el agricultor debe incurrir en otros costos para la consecución del préstamo tales como gastos de transporte (pasajes, etc.), jornales perdidos por el tiempo utilizado en el trámite, costos de certificados, comidas y atenciones, etc. Estos factores hacen que al final el costo efectivo del crédito suba considerablemente a un nivel que puede estimarse en el 16% para un período de 6 meses.

Ahora si la alternativa de producción promete una ganancia media de justamente 16%, el agricultor A no querrá adoptar la alternativa, puesto que después de pagar el costo directo del capital tendrá una ganancia de exactamente cero en beneficios netos. O sea que el agricultor A no escogerá una alternativa de producción a menos que la tasa de ganancia sobre capital sea mayor del 16%, que es el costo directo del capital.

Como regla práctica se cree que la mayoría de los pequeños agricultores no invertirá en alternativas a menos que la ganancia media sea de por lo menos el 20% sobre el capital invertido. Esta no es una estimación de gran precisión, pero es mejor hacer una estimación de un efecto que desdeñarlo por completo. Para alternativas que no sean muy riesgosas, los agricultores estarán dispuestos a aceptar una prima de riesgo más pequeña para alternativas más riesgosas, la primera de riesgo es mucho más alta. Por lo tanto a menos que se tenga más información sobre el agricultor A o sobre el riesgo implícito en las alternativas que él está considerando, se estimaría que él no adoptará una alternativa a menos que la tasa de ganancia para el ren-

dimiento medio obtenido con la alternativa sea de por lo menos un 36-40%. Algunos expertos consideran la cifra de 50% e incluso el 100%, niveles que podrían ser apropiados en algunos casos, particularmente cuando se trata de agricultores de subsistencia de regiones con alta variabilidad de rendimiento.

Resumiendo lo anterior, se argumenta que el costo del capital es muy alto para la mayoría de los agricultores. Si bien el costo de capital varía de una finca a otra, por regla general se piensa que una tecnología no debe ser recomendada a menos que la tasa de ganancia sobre el capital sea por lo menos de 40% para el ciclo del cultivo. Cuando el Agrónomo posee información específica con respecto al costo del capital y al riesgo implícito en las alternativas, él quizás desee usar otras estimaciones.

C. Después de tener en cuenta las anteriores consideraciones, el tercer paso consiste en dibujar la curva de beneficio neto, que es un instrumento muy conveniente para resumir los resultados de un presupuesto parcial de varias alternativas de producción. Esta curva muestra la relación entre los costos variables de cada alternativa y los beneficios netos promedios obtenidos.

En el gráfico 2 se representa cada uno de los tratamientos de fertilizantes y de semilla a partir del Cuadro 12, de acuerdo con el beneficio neto y los costos variables de cada tratamiento. A un

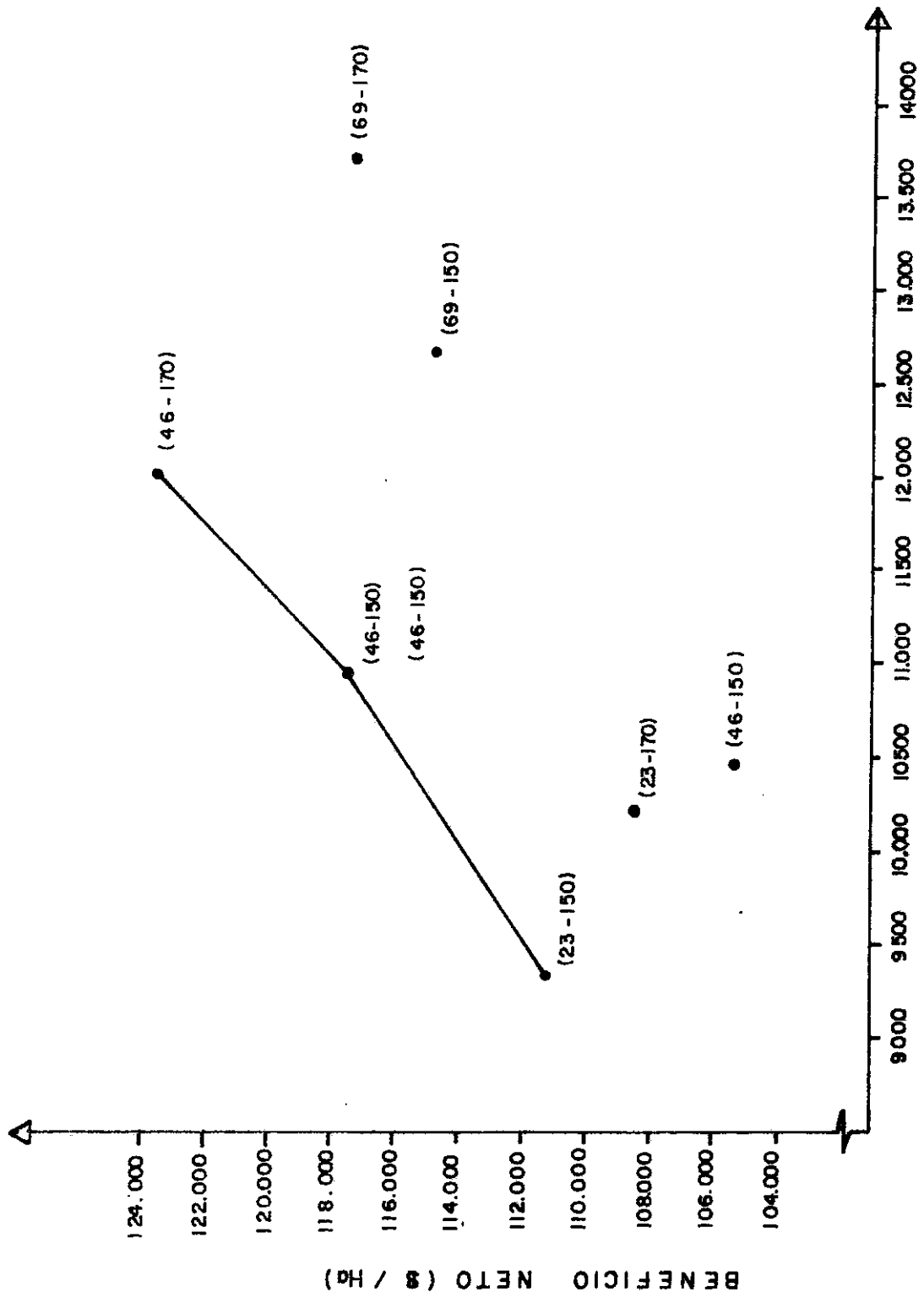


FIGURA 2.
 CURVA DE BENEFICIO NETO PARA EL ENSAYO DE
 FUNCIONAMIENTO DE NITROGENO Y DIFERENTES
 DENSIDADES DE POBLACION EN TRIGO

lado de cada uno de los 8 puntos representados se muestra entre paréntesis, los niveles de nitrógeno y de semilla utilizados.

Observando la Figura 2 es evidente que algunas de las alternativas de tratamiento serán difícilmente escogidas por el agricultor. No sería lógico que se escogieran los tratamientos 23-170; 46-150; 69-150 ó 69-170 kilogramo de nitrógeno y semilla respectivamente, siendo que hay otros que tienen mayor beneficio neto a un menor costo variable. A los anteriores niveles de fertilizante y semilla, o sea, los que están por debajo de la curva se les llama alternativas dominadas, porque para cada una de ellas existe otra alternativa con un mayor beneficio neto y un mayor costo variable. En circunstancias normales nunca se esperaría que un agricultor escogiera alguna de estas alternativas dominadas.

Se ha unido con una línea las opciones no dominadas; esta línea es la curva de beneficio neto. Con estos tres tratamientos que forman la curva de beneficio neto, es un poco difícil dar una recomendación y para saber con certeza cuál es la mejor recomendación es necesario hacer el análisis marginal.

- D. El cuarto paso, es hacer el análisis marginal, que muestra la manera en que los beneficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida crece. El beneficio neto marginal es el incremento de beneficio neto que se puede obtener de un incremento dado de la inversión.

Es posible hacer un análisis marginal de los datos de fertilización y densidad de población analizados sin hacer la curva de beneficios netos.

El primer paso es listar todas las alternativas de mayor a menor beneficio neto (Cuadro 14). Esta información se toma del Cuadro 1e. El paso siguiente es proceder de arriba hacia abajo de la lista para identificar y eliminar las alternativas dominadas. Eliminamos (se indica con asterisco) cualquier tratamiento que tenga un costo igual o mayor que el del tratamiento inmediatamente superior.

- E. Para proceder con el análisis marginal se toman las tres alternativas no dominadas del Cuadro 14 y se ponen de mayor a menor en el Cuadro 15. Luego se calcula y se presenta el costo marginal, el beneficio neto marginal y la tasa de retorno marginal para cada incremento de gastos.

Comenzando de abajo, el costo marginal del primer incremento es de \$9.136, el beneficio neto marginal es de \$6.299 (117.343,00-111.044) y la tasa de retorno marginal es, por lo tanto $\$6.299/\$1.846 = 3,41$ ó 341%. El costo marginal del segundo incremento es de \$1.020 (12.002 - \$10.982), el beneficio neto marginal es de \$6.060 (123.403 - \$117.34) y la tasa de retorno marginal es de $\$6.060/\$1.020 = 5,94$ ó 594%.

ANALISIS DE DOMINANCIA DE DATOS DE RESPUESTA
 DEL TRIGO A LA FERTILIZACION FRACCIONADA DE
 NITROGENO Y DIFERENTES DENSIDADES DE
 POBLACION

BENEFICIO NETO (\$ / Ha)	TRATAMIENTOS (Kg / Ha)		COSTO VARIABLE (\$ / Ha)
	NITROGENO	DENSIDAD	
123.403.00	46	170	12002
117.343.00	46	150	10982
117.343.00	46	150	10982 *
117.312.00	69	170	13668 *
114.782.00	69	150	12648 *
111.044.00	23	150	9316
108254.00	23	170	10336 *
105838.00	46	150	10982 *

* TRATAMIENTOS DOMINADOS

CUADRO 15.

**ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS DE
FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO
Y DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION
NO DOMINADOS (Ha.)**

BENEFICIO NETO (1)	TRATAMIENTOS		COSTO VARIABLE (2)	CAMBIO CON RESPECTO AL BENEFICIO PROVINO SUPERIOR		
	N	DENSIDAD		INCREMENTO MARGINAL EN BENEFICIO NETO (3)	INCREMENTO MARGINAL EN COSTO VARIABLE (4)	TASA DE RETORNO MARGINAL (5)
d) 123403.00	46	170	\$ 12002			
b) 117.343.00	46	150	10982	\$ 6060	\$ 1020	594 %
c) 111.044.00	23	150	9136	6249	1846	341 %

De acuerdo al análisis marginal se observa que cualquiera de las dos alternativas: 46 kg de N, 170 kg de semilla ó 23 kg de N y 150 kg de semilla sería la más aconsejable para el agricultor ya que la tasa de retorno marginal es superior al 40%, y queda a elección del técnico que conoce un poco más la disponibilidad de capital y la aversión al riesgo por parte de los agricultores para decidir si escogen la alternativa b o la alternativa c, e incluso la a.

Presentación y análisis de los resultados

Como el ensayo se llevó a cabo en los años 1982 y 1983, se presentan los Cuadros por separado, a pesar que los experimentos se efectuaron en los mismos Municipios y algunas Veredas diferentes (Cuadros 3 y 4 del Apéndice).

Además la fuente de fertilizante aplicado en 1982 fue Nitrón-26, mientras que para 1983 fue la úrea; esto hizo que se encontraran diferencias significativas tanto en el rendimiento como en el precio del fertilizante, dando variaciones grandes en los beneficios netos. De esta forma el Agrónomo puede analizar las variaciones que se presentan de un año a otro y elegir la alternativa que crea ser la mejor.

Los seis primeros ensayos de cada Cuadro (1982-1983) corresponden a los experimentos por municipio y veredas, mientras que el séptimo

corresponde al análisis consolidado de los seis en mención.

Es de anotar, que cuando se hace el análisis de dominancia y solamente queda una alternativa, no se puede realizar el análisis marginal y se sobreentiende que ésta es la alternativa que se debe recomendar.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según el estudio realizado se encontró que las aplicaciones fraccionadas de nitrógeno tienen efecto positivo sobre las producciones de trigo en comparación con la aplicación total al momento de la siembra.
- La cantidad de semilla a usarse por unidad de superficie depende del tipo de suelo, grado de humedad del mismo, de su fertilidad, de la precipitación, de la clase de preparación llevada a cabo y de las características fenotípicas y genotípicas de la variedad.
- La fecha de siembra y la precipitación inciden notablemente en la producción.
- Por los resultados obtenidos y las condiciones climáticas reinantes en los sitios de estudios, las zonas presentan sistemas de producción diferentes.
- De los análisis estadístico y económico realizados se observa que las alternativas 46 kg de N y 170 kg de semilla/ha ó 46 kg de N y 150 kg de semilla/ha son las que se pueden recomendar a los agri-

cultores, ya que la tasa de retorno marginal es superior al 40%.

- Debemos tener en cuenta tres fuentes de variabilidad de rendimiento cuando intentamos pronosticar cuáles serán los rendimientos de los agricultores, con base en datos de ensayos. Estos son:
 1. Variabilidad de un sitio a otro bajo las mismas condiciones de manejo.
 2. Variabilidad de un año a otro bajo las mismas condiciones de manejo.
 3. Variabilidad a nivel de manejo en un sitio determinado en un año dado.

- Las circunstancias agronómicas bajo las cuales se realizan los ensayos deben ser representativas de las condiciones agronómicas de los productores para que las recomendaciones basadas en estos sean adoptadas con éxito.

- Se necesita realizar un mayor número de experimentos para realizar esta clase de estudios, tendientes a buscar recomendaciones óptimas económicas.

6. RESUMEN

En cinco Municipios del Departamento de Nariño (Tangua, Santa Cruz, Samaniego, La Cruz y Yacuanquer), se realizó un estudio cuyos objetivos principales fueron: el de encontrar para el cultivo del trigo la relación más adecuada entre los factores nitrógeno - densidad de población y comprobar la eficiencia del fraccionamiento del nitrógeno en el rendimiento; y el de derivar recomendaciones a partir de la información sobre costos, beneficios y variabilidad que sean consistentes con las metas del agricultor de aumentar su ingreso medio y de evitar riesgos.

Después de haber recorrido las zonas de estudio y revisado la literatura, se plantearon hipótesis y supuestos como base para la realización del trabajo.

Para probar las hipótesis planteadas se realizaron ocho experimentos de campo en los años 1982 y 1983 utilizando para ello los siguientes espacios de exploración: 26-78 kg/ha de Nitrón-26 y 150-170 kg/ha de semilla para el año 1982; y para el año 1983 el espacio de exploración fue 23-69 kg/ha de úrea y 150-170 kg/ha de semilla; además para los

dos años se aplicó 60 kg/ha de P_2O_5 y 0 kg/ha de K_2O . Se utilizó un factorial completo de tres niveles de nitrógeno por dos densidades de población, distribuidos en el campo en bloques al azar.

Se utilizó la variedad Bonza 63, y la aplicación del fertilizante nitrogenado se la realizó así: la mitad al momento de la siembra y la otra mitad al macollamiento.

De los análisis estadísticos y económicos realizados para cada zona en estudio se observa que con 45 kg/ha de nitrógeno y 170 kg/ha de semilla ó 46 kg/ha de nitrógeno y 150 kg/ha de semilla, son las alternativas que se pueden recomendar a los agricultores ya que la tasa de retorno marginal es superior al 40%.

Finalmente se indican las conclusiones fruto del trabajo realizado y se dan algunas recomendaciones que pueden servir de base para posteriores estudios.

SUMMARY

To determine the most adequate relationship between nitrogen and population density and to prove the efficiency of N-fractionation upon yield, to obtain recommendations consistent with the objectives of peasants of increasing their average income and of avoiding risks, from the information about costs, benefits and variability, a study was carried out at five municipalities of the Department of Nariño.

An analysis of the zones and in according with the Revision of Literature it was made up some hypothesis and theories as a basics to develop the investigation.

To prove the proposed hypothesis, eight field trials were made, using the following exploration spaces: 26 to 78 kg/ha of Nitrón-26, and 150 to 170 kg/ha of seed in 1982; in 1983, the spaces were 23 to 60 kg/ha of Urea and 150 to 170 kg/ha of seed; both years, 60 kg/ha of P_2O_5 and 0 kg/ha of K_2O , were applied. A 3 x 2 complete factorial (3 N-levels and 2 population densities), on a complete block design was used.

Bonza 63 cultivar was employed and the fertilizer was split in two

parts; one at sowing and the other at tillering stage.

From the economical and statistical analysis of each zone, it was observed that the alternatives to recommend are 46 kg/ha of N and 150 or 170 kg/ha of seed, because they show a marginal return greater than 40%.

INSTITUTO AGROPECUARIO
* COLOMBIA *

7. BIBLIOGRAFIA

1. BLACK, C. A. Soil-plant relationships. 2ed. New York, John Wiley, 1968. 792p.
2. BLASCO, M. Studies on some aspects of nitrogen in the soils of Colombia. London University, 1966. 311p. (Tesis Ph.D).
3. _____. Curso de microbiología de suelos. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1970. 70p.
4. BORLAUG, N. E.; BOTTINI, O.; PARSONS, M. El trigo como cultivo de verano en los valles altos de México. Puebla (México), Secretaria de Agricultura y Ganadería, 1950. 174p.
5. BRAUWE, W.; MARTIN, K. H.; TABATABAI, I. The effect of irrigation and supplementary fertilizer on yield and quality of malting barley. Field Crops Abstracts (Inglaterra) v.15 no.277. 1961
6. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. CHAPINGO (MEXICO). Wheat. En: Informe anual sobre mejoramiento de maíz y trigo. 1968-1969. México, CIMMYT, 1969. p.9-90.
7. _____. Wheat. En: Informe anual sobre mejoramiento de maíz y trigo, 1971-1972. México, CIMMYT, 1972. p.9-90.
8. CEPEDA, O. R. Apuntes sobre los cultivos de trigo, cebada y avena. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Nacional de Trigo, 1970. 71p.

9. COLLINGS, H. G. Fertilizantes comerciales, sus fuentes y uso. Barcelona, Salvat, 1958. 710p.
10. CONTRERAS, E.; DAVID, B.; GADEA, M. El cultivo de la cebada en Colombia. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1972. 56p.
11. COOKE, G. W. The control of soil fertility. London, Crosby Lockwood, 1967. 526p.
12. _____ . Planeación para el uso adecuado de fertilizantes y sus usos. México, Continental, 1965. 317p.
13. DELGADO, S. G.; DELGADO, S. O. Estudio del efecto de niveles y épocas de aplicación de nitrógeno en trigo. Pasto, Universidad de Nariño, ITA, 1969. 140p. (Tesis Ing. Agr.).
14. DILZ, K. Fraccionamiento la aplicación de N para la obtención de rendimientos altos de trigo. CIA (Corresponsal Internacional Agrícola) (Alemania) v.19 no.4, p26-44. 1978.
15. FEUILLET, B. L.; FEUILLET, S. A. Fraccionamiento de N, P, K en suelos de la Sabana de Túquerres, bajo condiciones de pradera. Pasto, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, 1971. 95p. (Tesis Ing. Agr.).
16. FLORES, G. A. Problemas de producción del cultivo de trigo en Colombia. Bogotá, UNC-ICA, 1978. 132p. (Tesis Mag. Sci.).
17. FOX, R. L.; BENAVIDES, S. T. El fósforo en los oxisoles. Suelos Ecuatoriales (Colombia) v.6 no.24. p.137-178. 1973

18. FRYE; A.; MUNEVAR, F. Cómo fertilizar el algodón en el Valle del Cauca. Bogotá, ICA-FEDERALGODON, 1977. p.13-22. (Plegable de Divulgación, no.124).
19. GUERRERO, R. R. Los fertilizantes químicos, propiedades y comportamiento agronómico. Bogotá, Monómeros Colombo-Venezolanos. 1933. 78p. ✓
20. _____. La recomendación de fertilizantes, fundamentos y aplicaciones. Bogotá, Monómeros Colombo-Venezolanos. 1982. 360p.
21. HEADY, E. D.; JENSEN, H. R. Farm management economics. 4ed. New Jersey, Prentice Hall, 1968. 645p.
22. HOMALI, S. M.; MALERI, N. Effect of potassium and nitrogen fertilization on lysine, methionine and total protein contents of wheat grain (*Triticum aestivum* L. en Thell) Agronomy Journal (Estados Unidos v.64 no.120, p.46-48. 1972.
23. HUNTER, H. The science of malting barley production. En: Cook, A. H. The Barley and Malt. London, Prentice Hall, 1962. p.31-36.
24. IGARFLEFF, V.; PAGE, H. S. El uso eficaz de los fertilizantes. 4ed. Roma. FAO, 1966. 75p.
25. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. PASTO (COLOMBIA). El cultivo del trigo en Nariño. Pasto, ICA, Distrito Transferencia de Tecnología, 1983. 45p.

26. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. PASTO (COLOMBIA). Estado actual de la fertilidad de los suelos colombianos y estimativos sobre las necesidades de fertilizantes para varios cultivos. Bogotá, ICA, Tibaitatá, Programa Nacional de Suelos, 1980. 118p. (Documento de trabajo, no.85).
27. _____. Recomendaciones técnicas para algunos cultivos en Nariño. (2a. Aproximación). Bogotá, ICA, 1980. 68p.
28. MARIN, M. G. El uso eficiente del nitrógeno en Colombia. Bogotá, ICA, 1974. 61p.
29. _____. La fertilidad de los suelos de Colombia y las recomendaciones de fertilizantes. Bogotá, ICA, 1974. 61p.
30. MELO, M. A. Identificación de los sistemas de producción agrícola en los Municipios de Tangua y Yacuanquer, Nariño. Pasto, ICA, 1981. 60p.
31. MENDEZ, H. Respuesta de algunos cultivos a la fertilización con macronutrientes. En: Curso de actualización en suelos con énfasis en las condiciones de Nariño. Pasto, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1981. p.1-34.
32. MUNOZ, R.; WIECZOPECK, A.; MANZANO, A.; MELO, M. A.; LEON, A. Fertilización del trigo (*Triticum aestivum*) en suelos influenciados por cenizas volcánicas del Departamento de Nariño (Colombia). Revista ICA (Colombia) v.4 no.4, p.389-402. 1974.
33. ORDÓÑEZ, E. C.; VALENCIA, D. Respuesta del trigo a la aplicación de nitrógeno y fósforo en un suelo del Altiplano de Pasto. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1971. 50p. (Tesis Ing. Agr.).

34. PANTOJA, L. C. Evaluación preliminar de resultados de investigaciones de ajuste tecnológico realizados en el Distrito 01 de Ipiales. Pasto, ICA, 1980. 43p.
35. PETERSON, R. F. Distribution and conditions of production. En: Wheat. New York, Interscience Publishers, 1965. p.118-155.
36. REITZ, L. P. Yerguens espigado el trigo, el banano. La Hacienda (Estados Unidos) v.64 no.8, p.46-48. 1969.
37. STANBERRY, D. C.; LOWREY, M. Barley production under various nitrogen and moisture levels. Agronomy Journal (Estados Unidos) v.57 no.18, p.31-34. 1965.
38. SYME, J. R. Growth and yield in irrigated wheat varieties at several rates of nitrogen fertilizer. Agricultural (Estados Unidos) v.7 no.27, p.337-341. 1967.
39. TISDALE, L. S.; NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers. New York, McMillan, 1967. 694p.
40. WARREN, L.; MARTIN, J. R. Wheat. En: Paul kramer. Cereal Crops. Londo, McMillan, 1970. p.227-446.
41. WIECZORECK, P. A.; BERNAL, E. J. Investigaciones de pastos y forrajes en Nariño. Agricultura Tropical (Colombia) v.24 no.10, p.715-724. 1965.
42. _____; BAIRD, G. B. Fertilización de papa en Nariño. En: La fertilización en Colombia. Bogotá, Departamento de Investigaciones Agropecuarias, 1969. p.18-20. (Boletín Técnico, no.7).

43. WOODWARD, R. W. Responses of semidwarf spring wheat to nitrogen and phosphorous fertilizers. *Agonomy Journal (Estados Unidos)* v.56 no.12, p.65-70. 1989.

A P E N D I C E

CUADRO 1. RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE TRIGO EN kg/ha. AÑO 1962

Santacruz (Guachavez)	Tangua (Cebada)	La Cruz (San Rafael)	La Cruz (La Estancia)	Tangua (Chimbatanga)	Samaniego (Cruguldi)
3.755,33	2.653,86	1.638,66	5.016,66	1.084,16	2.700,00
4.083,33	2.756,36	1.800,00	3.533,33	1.087,50	3.100,00
4.866,66	2.231,86	2.000,00	4.866,66	1.054,36	2.900,00
4.200,00	3.112,23	1.845,66	4.400,00	1.052,63	2.800,00
4.843,33	3.461,40	2.437,33	4.600,00	813,76	2.533,33
3.276,66	3.026,93	2.400,00	4.733,33	1.047,60	3.500,00
3.643,33	2.965,66	2.272,00	4.033,33	917,06	2.533,33
3.200,00	2.969,93	1.782,00	4.433,33	1.036,66	2.366,66

CUADRO 2. RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE TRIGO EN kg/ha. AÑO 1983

La Cruz (La Estancia)	La Cruz (San Rafael)	Yacuanquer (Pueblo)	Yacuanquer (Mohechiza)	Tangua (El Tambor)	Tangua (Cebada)
4.016,66	3.066,66	2.800,00	3.022,23	4.800,00	4.533,33
3.533,33	3.066,66	3.000,00	2.933,33	4.200,00	4.633,33
4.866,66	3.800,00	2.533,33	3.233,33	3.733,33	4.833,33
4.400,00	5.266,66	3.200,00	3.428,66	4.900,00	5.066,66
4.600,00	4.100,00	2.700,00	3.133,33	4.833,33	4.766,66
4.733,33	4.733,33	2.800,00	3.266,66	3.533,33	5.100,00
4.033,33	2.933,33	2.700,00	2.986,66	4.333,33	4.833,33
4.433,33	4.266,66	2.733,33	2.866,60	2.466,66	4.200,00

CUADRO 3. ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION NO DOMINADOS PARA TRICO (SEMESTRE A/82).

Municipio	Vereda	Beneficio Neto (\$/ha)	Tratamiento N Semilla (kg/ha)	Costo Variable (\$/ha)	Cambio con respecto al beneficio próximo superior		
					Incremento Marginal en Beneficio Neto	Incremento Marginal en Costo Variable	Tasa de Retorno Marginal
Tangua	Chimbatangua	18.774	26	10.136	-	-	-
Tangua	Cebada? Alto	52.262	78	15.108	5.909	1.466	402 %
		63.353	52	12.642	759	1.020	76 %
		52.603	52	12.622	599	1.466	41 %
		62.004	26	11.156	1.635	1.020	160 %
		60.369	26	10.136	-	-	-
Santa Cruz	Suachavés	102.302	78	15.108	1.189	1.466	81 %
		101.113	52	13.642	759	2.486	31 %
		100.113	52	11.156	18.450	1.020	1.809 %
		81.904	26	10.136	-	-	-
		41.068	52	12.622	2.369	1.466	162 %
Samaniego	Chuguldf	38.699	26	11.156	4.290	1.020	421 %
		34.409	26	10.136	-	-	-
La Cruz	La Estancia	116.588	52	12.622	20.524	2.486	826 %
		96.064	26	10.136	-	-	-
La Cruz	San Rafael	49.792	78	15.108	2.234	2.486	90 %
		47.558	52	12.622	10.924	1.466	745 %
		36.634	26	11.156	7.830	1.020	760 %
Consolidado (La Cruz, Samaniego, Santa Cruz, Tangua)		28.804	26	10.136	-	-	-
		59.949	52	12.622	2.959	1.466	202 %
		56.589	26	11.156	3.700	1.020	363 %
		53.289	26	10.136	-	-	-

CUADRO 4. ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTO DE FERTILIZACION NO DOMINADOS PARA TRIGO (SEMESTRE A/83)

Municipio	Veneda	Beneficio Neto (kg/ha)	Tratamientos N Semilla (kg/ha)	Costo Variable (\$/ha)	Cambio con respecto al beneficio próximo Superior		
					Incremento Marginal en Beneficio Neto	Incremento Marginal en Costo Variable	Tasa de Retorno Marginal
Tangua	El Tambor	102.814	23	9.316	6.066	-	-
Tangua	Cebada I	123.403	46	12.002	6.060	1.020	594 %
		117.342	46	10.982	6.239	1.846	341 %
		111.044	23	9.136	-	-	-
Yacuanquer	Mohochiza	77.414	23	9.316	-	-	-
Yacuanquer	Pueblo	77.958	46	12.002	3.644	1.666	219 %
		69.314	23	10.236	4.290	1.020	421 %
		55.626	23	9.316	-	-	-
La Cruz	La Estancia	69.522	69	13.658	1.972	3.332	59 %
		57.548	23	10.236	9.600	1.020	941 %
		57.948	23	9.316	-	-	-
La Cruz	San Rafael	106.588	46	12.002	4.290	1.020	421 %
		102.298	46	10.982	21.344	1.566	1.281 %
		30.954	23	9.316	-	-	-
Consolidado (Tangua, La Cruz, Yacuanquer)		92.133	46	12.002	4.585	1.020	450 %
		87.548	46	10.982	3.349	1.666	201 %
		84.199	23	9.316	-	-	-