

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON MICRONUTRIENTES EN LA
CALIDAD DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD DIACOL
CAPIRO, EN LOS MUNICIPIOS DE PASTO, TÚQUERRES Y GUACHUCAL
(NARIÑO)

GLADYS ANDREA CUASTUMAL PANTOJA
JUAN BAUTISTA LASSO BOLAÑOS

Tesis de Grado presentada como requisito parcial para
optar al título de
INGENIERO AGRÓNOMO

Presidente de tesis

LUIS FELIPE ALVARADO I.A., M.Sc

Copresidente de tesis

ALBERTO UNIGARRO SÁNCHEZ I.A

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PASTO - COLOMBIA
2001

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON MICRONUTRIENTES EN LA
CALIDAD DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD DIACOL
CAPIRO, EN LOS MUNICIPIOS DE PASTO, TÚQUERRES Y GUACHUCAL
(NARIÑO)

GLADYS ANDREA CUASTUMAL PANTOJA
JUAN BAUTISTA LASSO BOLAÑOS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
PASTO - COLOMBIA
2001

Nota de aceptación

MIGUEL ANGEL VIVEROS
Jurado delegado

HOMERO BENAVIDES
Jurado

LUIS ALFREDO MOLINA
Jurado

San Juan de Pasto, noviembre 7 de 2001

"Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado,
son de responsabilidad exclusiva de sus autores"

Artículo 1º del Acuerdo N° 324 del 11 de Octubre de 1966,
emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad
de Nariño.

LA MEMORIA DE LUIS ORLANDO CUASTUMAL PANTOJA

MIS PADRES

MIS HERMANOS

MI SOBRINO JUAN PABLO

MIS AMIGOS

GLADYS ANDREA CUASTUMAL PANTOJA

MIS PADRES

MIS HERMANOS

MIS FAMILIARES

MIS AMIGOS

JUAN BAPTISTA LASSO BOLAÑOS

AGRADECIMIENTOS

LUIS FELIPE ALVARADO, I.A., M.Sc., Director Técnico Semillas de Nariño

ALBERTO UNIGARRO, I.A., técnico analista Laboratorio de suelos Universidad de Nariño

MIGUEL ANGEL VIVEROS, I.A., Profesor asociado, jubilado Universidad de Nariño

LUIS ALFREDO MOLINA, I.A., M.Sc., Profesor asociado, jubilado Universidad de Nariño

HOMERO BENAVIDES, I.A., Profesor asociado, jubilado Universidad de Nariño

BERNARDO GARCÍA REALPE, I.A., M.Sc., Asesor proyecto Guáitara, Jubilado ICA

FLAVIO MENESES, agricultor zona de Catambuco

FRANCISCO RUIZ, agricultor zona de El Encano

LUIS ALBERTO RODRÍGUEZ, agricultor zona de Túquerres

JUAN TUTALCHÁ, agricultor zona de Guachucal

SEMILLAS DE NARIÑO, empresa productora de semilla de papa certificada

La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas y entidades que de una u otra forma contribuyeron a la realización y culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PAPA INDUSTRIAL	3
1.1.1 Variedades aptas para el procesamiento	7
1.1.2 Condiciones de clima y suelo para producción de papa industrial	10
1.2 FERTILIZACIÓN DE LA PAPA	11
1.2.1 Fertilización con micronutrientes	12
1.2.2 Fertilización y calidad de papa industrial	14
1.3 MICRONUTRIENTES, FUNCIONES Y DISPONIBILIDAD	17
2. DISEÑO METODOLÓGICO	21
2.1 LOCALIZACIÓN	21
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS CULTIVADOS	24
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	28
2.4 PRÁCTICAS CULTURALES	29
2.4.1 Preparación de suelo	29
2.4.2 Siembra	31
2.4.3 Fertilización	31

2.4.4	Control de malezas, plagas y enfermedades	32
2.4.5	Cosecha	33
2.5	VARIABLES A EVALUAR	33
2.5.1	Producción de papa tipo primera, segunda y tercera categoría	33
2.5.2	Contenido de azúcares	34
2.5.3	Contenido de materia seca	39
2.5.4	Rendimiento por hectárea	39
2.6	ANÁLISIS ECONÓMICO	39
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1	RENDIMIENTO DE PAPA TIPO PRIMERA	43
3.2	RENDIMIENTO DE PAPA TIPO SEGUNDA	48
3.3	RENDIMIENTO DE PAPA TIPO TERCERA	51
3.4	MATERIA SECA	53
3.5	CONTENIDO DE AZÚCARES	58
3.6	ANÁLISIS ECONÓMICO	65
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
4.1	CONCLUSIONES	88
4.2	RECOMENDACIONES	92
	BIBLIOGRAFÍA	94
	APÉNDICE	100

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Resultado de análisis de suelo obtenido en los municipios de Túquerres, Guachucal y Pasto	27
Tabla 2. Presupuesto parcial de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa <u>Solanum tuberosum</u> variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en los municipios de pasto (corregimiento de Catambuco y corregimiento de El Encano), Túquerres y Guachucal (Nariño)	66
Tabla 3. Análisis de dominancia de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa <u>Solanum tuberosum</u> , variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Túquerres (vereda La Jardinera)	73
Tabla 4. Análisis de dominancia de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa <u>Solanum tuberosum</u> , variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Guachucal (vereda El Hospital)	76
Tabla 5. Análisis de dominancia de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa <u>Solanum tuberosum</u> , variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de pasto, corregimiento de El Encano (vereda Campoalegre)	78

Tabla 6. Análisis de dominancia de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum, variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de pasto, corregimiento de Catambuco (vereda Botanilla) 80

Tabla 7. Análisis marginal de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum, variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Túquerres (vereda La Jardinera) 82

Tabla 8. Análisis marginal de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum, variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Guachucal (vereda El Hospital) 84

Tabla 9. Análisis marginal de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum, variedad diacol capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Pasto, corregimiento de El Encano (vereda Campo Alegre) 85

Tabla 10. Análisis marginal de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum, variedad diacol capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de pasto, corregimiento de Catambuco (vereda Botanilla) 87

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Dosis de micronutrientes aplicados en las cuatro localidades	30

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Precipitación mensual en mm en el municipio de Túquerres, durante los meses de marzo a septiembre de 1999	22
Figura 2. Precipitación mensual en mm en el municipio de Guachucal, durante los meses de agosto de 1999 a enero del 2000	23
Figura 3. Precipitación mensual en mm en el municipio de Pasto, corregimiento de Catambuco, durante los meses de abril a octubre de 1999	25
Figura 4. Precipitación mensual en mm en el municipio de Pasto, corregimiento de El Encano, durante los meses de septiembre de 1999 a marzo del 2000	26
Figura 5. Selección de una tirilla del centro de la papa	35
Figura 6. Selección de una hojuela del centro de la papa	36
Figura 7. Coloración obtenida en papa a la francesa y chips, en la prueba de fritura para evaluar calidad de acuerdo al contenido de azúcares	37

Figura 8. Escala colorimétrica para hojuelas y tirillas de papa procesada (basada en munsell color, baltimore, 1988)	38
Figura 9. Determinación de la gravedad específica por medio del densímetro de Idaho	40
Figura 10. Rendimiento de papa tipo primera variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en los municipios de Túquerres, Guachucal y Pasto (El Encano y Catambuco)	44
Figura 11. Rendimiento de papa tipo segunda variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en los municipios de Túquerres, Guachucal y Pasto (El Encano y Catambuco)	49
Figura 12. Rendimiento de papa tipo tercera variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en los municipios de Túquerres, Guachucal y Pasto (El Encano y Catambuco)	52
Figura 13. Porcentaje de materia seca de tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en los municipios de Túquerres, Guachucal y Pasto (El Encano y Catambuco)	54
Figura 14. Porcentaje de hojuelas y tirillas quemadas de tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Túquerres	60
Figura 15. Porcentaje de hojuelas y tirillas quemadas de tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Guachucal	61

Figura 16. Porcentaje de hojuelas y tirillas quemadas de tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Pasto, corregimiento de Catambuco 63

Figura 17. Porcentaje de hojuelas y tirillas quemadas de tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Pasto, corregimiento de El Encano 64

Figura 18. Curva de beneficio neto de rendimiento de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Túquerres (vereda La Jardinera) 72

Figura 19. Curva de beneficio neto de rendimiento de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Guachucal (vereda El Hospital) 75

Figura 20. Curva de beneficio neto de rendimiento de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Pasto, corregimiento de El Encano (vereda Campo Alegre) 77

Figura 21. Curva de beneficio neto de rendimiento de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Pasto, corregimiento de Catambuco (vereda Botanilla) 79

APÉNDICE

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis de varianza para rendimiento de papa tipo primera obtenidos con la aplicación de micronutrientes en la variedad Diacol Capiro	101
Tabla 2. Analisis de varianza de rendimiento de papa variedad Diacol Capiro tipo segunda	102
Tabla 3. Análisis de varianza para rendimiento de papa variedad Diacol Capiro tipo tercera	103
Tabla 4. Análisis de varianza para porcentajes de materia seca obtenida de los tubérculos de papa variedad Diacol Capiro con la aplicacion de micronutrientes	104
Tabla 5. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca en tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicacion de micronutrientes en el municipio de Túquerres	105
Tabla 6. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca en tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicacion de micronutrientes en el municipio de Guachucal	106

Tabla 7. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca en tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicación de micronutrientes en el corregimiento de El Encano 107

Tabla 8. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicación de micronutrientes en el corregimiento de Catambuco 108

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación de rendimiento de papa variedad Diacol Capiro tipo primera obtenida en diferentes localidades. Prueba de Tukey	109
Cuadro 2. Comparacion de promedios de rendimiento de papa tipo primera variedad Diacol Capiro obtenida con la aplicación de diferentes dosis de micronutrientes. Prueba de Tukey	110
Cuadro 3. Comparacion de rendimiento de papa variedad Diacol Capiro tipo segunda obtenidos en diferentes localidades. Prueba de Tukey	111
Cuadro 4. Comparación de promedios de rendimiento de papa variedad Diacol Capiro tipo segunda obtenidos con la aplicación de diferentes dosis de micronutrientes. Prueba de Tukey	112
Cuadro 5. Comparación de rendimientos de papa variedad Diacol Capiro tipo tercera obtenidos en diferentes localidades. Prueba de Tukey	113
Cuadro 6. Comparación de promedios de porcentaje de materia seca en tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicacion de micronutrientes en el municipio de Guachucal. Prueba de Tukey	114

GLOSARIO

AZÚCARES REDUCTORES: (Glucosa y fructosa) están relacionadas con el color que toma la papa después del procesamiento.

BORO: (pH 10, 81) micronutriente presente en la actividad mitótica, transporte de carbohidratos.

CALIDAD: conjunto de características internas o externas de los tubérculos de una variedad de papa que la hacen apta para determinado uso.

CALIDAD EXTERNA: determinada por la apariencia exterior de los tubérculos, tiene relación con: forma, tamaño, color de piel y pulpa, profundidad de ojos.

CALIDAD INTERNA: composición química de los tubérculos, está relacionada con la cantidad de materia seca, azúcares reductores y valor nutritivo.

CRECIMIENTO: aumento irreversible del tamaño y el peso seco de las plantas (altura, area foliar, diámetro)

DESARROLLO: secuencia de eventos morfogénicos que dan origen a todas las estructuras que caracterizan la forma de una planta adulta.

FITOHORMONAS: sustancias químicas que actúan específicamente sobre el crecimiento de las plantas.

FRUCTOSA Y GLUCOSA: azúcares reductores componentes de los vegetales producto de la fotosíntesis, cuya fórmula química es $C_6H_{12}O_6$

MATERIA SECA: total de sólidos que quedan e el tubérculo después de extraer el agua.

METABOLISMO: conjunto de cambios químicos y biológicos que se producen continuamente en las células vivas.

MOLIBDENO: (pH 95, 94) micronutriente que tiene que ver con el metabolismo del nitrógeno; su deficiencia ocasiona quemazón en bordes y ápices de hojas nuevas.

PAPA CHIPS: tajadas de papa o papas hojuelas las cuales se extraen entre 50 - 60 mm de diámetro o tipo segunda.

PAPA FRANCESA: palillos o bastones, las cuales se extraen de tubérculos entre 60 - 80 mm de longitud o de papa tipo primera.

PERÍODO DE REPOSO: tiempo de post-cosecha durante el cual los tubérculos no desarrollan brotes visibles en condiciones de temperatura de 20°C promedio, humedad relativa de 90%.

VERDEAMIENTO: condición del tubérculo que es producido por la exposición a luz directa y cuya característica es la producción de el alcaloide solanina.

ZINC: (pH 65, 38) micronutriente que tiene que ver con la activación enzimática y regulador del crecimiento. La deficiencia ocasiona la formación y acumulación de azúcares.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre marzo de 1999 y marzo del 2001, en los municipios de Pasto (corregimiento de Catambuco y corregimiento de El Encano), Túquerres y Guachucal cuyo propósito fue evaluar el efecto de la fertilización con micronutrientes sobre la calidad de los tubérculos de papa para procesamiento industrial.

Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas, en las parcelas principales se ubicaron las cuatro localidades; las subparcelas correspondieron a los siguientes arreglos: (1) Sin ningún microelemento (testigo) (2) 1 kg/ha de MoO_4 , (3) 6 kg/ha de ZnSO_4 , (4) 1 kg/ha de MoO_4 , 6 kg/ha de ZnSO_4 ; (5) 1 kg/ha de B; (6) 1 kg/ha de B más 1 kg/ha de MoO_4 ; (7), 1 kg/ha de B y 6 de ZnSO_4 , (8) 1 kg/ha de B más 6 kg/ha de ZnSO_4 y 1 kg/ha MoO_4 ; (9) 2 kg/ha de B; (10) 2 kg/ha B más 6 kg/ha de MoO_4 ; (11) 2 kg/ha de B y 6 kg/ha de ZnSO_4 ; (12) 2 kg/ha de B, 1 kg/ha de MoO_4 , 6 kg/ha de ZnSO_4 .

Las localidades que presentaron el mayor rendimiento de tubérculos para procesamiento industrial fueron: Catambuco con 10,94 t/ha y Túquerres con 9,91 t/ha de papa tipo primera; de papa tipo segunda la localidad con mayor rendimiento fue El Encano con 10,79 t/ha.

El mayor rendimiento de papa tipo primera teniendo en cuenta las aplicaciones de micronutrientes se obtuvo al aplicar 2 kg/ha de boro, 6 kg/ha de sulfato de zinc (t11) con un rendimiento de 10,86 t/ha y 2 kg/ha de boro, 6 kg/ha de sulfato de zinc y 1 kg/ha de molibdato de sodio (t12) con un rendimiento de 9,40 t/ha.

Para papa tipo segunda el mayor rendimiento se obtuvo cuando se aplicó 2 kg/ha de boro más 6 kg/ha de sulfato de zinc (t11) con un rendimiento de 11,69 Ton/ha.

En todos los tratamientos evaluados en las diferentes localidades se encontró porcentajes de materia seca superior al 20%, excepto en la localidad de Catambuco.

El contenido de azúcares de los tubérculos, presentó mejor comportamiento en las localidades de Guachucal, Catambuco y Túquerres; ya que la calidad respecto a la

coloración obtenida es apta para la elaboración de papa chips y papa a la francesa, excepto en Túquerres cuando se aplicó sulfato de zinc y molibdato de sodio (t4), el 67,5% de la muestra presentó una coloración no apta para procesamiento de papa chips.

En el Encano, se presentaron tirillas y hojuelas de papa apta para procesamiento al realizar aplicaciones de 1 kg/ha de boro (t5); 2 kg/ha de boro más 6 kg/ha de sulfato de zinc (t11) y 2 kg de boro, más 6 kg/ha de sulfato de zinc y 1 kg/ha de molibdato de sodio.

Al realizar el análisis económico en el municipio de Túquerres (Vereda la Jardinera), todas las alternativas de fertilización con micronutrientes, excepto el testigo (t1) presentaron una tasa de retorno marginal superior al 40%.

En el municipio de Guachucal (Vereda el Hospital) al realizar el análisis económico se obtuvo una tasa de retorno superior al 40% si se aplica 1 o 2 kg/ha de boro y 6 kg/ha de sulfato de zinc solos o combinados.

En el corregimiento de El Encano, (Vereda Campo Alegre), al realizar el análisis económico se obtuvo una tasa de retorno superior al 40% si se aplica 6 kg/ha de sulfato de zinc y 1 o 2 kg/ha de boro solos o combinados; sin embargo se obtiene una producción de papa apta para procesamiento industrial si se aplica 1 o 2 kg/ha de boro combinado con 6 kg/ha de sulfato de zinc.

En el corregimiento de Catambuco (Vereda Botanilla) al realizar el análisis económico, se obtuvo una tasa de retorno superior al 40% si se aplica 1 kg/ha de molibdato de sodio solo o combinado con 6 kg/ha de sulfato de zinc, 1 kg/ha de boro solo o combinado con 6 kg/ha de sulfato de zinc.

SUMMARY

The present work one carries out between March of 1999 and march of the 2001, in de municipalities of Pasto (corregimiento of Catambuco and corregimiento of The Encano). Túquerres and Guachucal; whose purpose was to evaluate the effect of the fertilization with micro nutritious on the quality of the potato tubers for industrial prosecution.

To design of blocks was used at random in arrangement of divided parcels, in the main parcels the four towns were located; the sub parcels corresponds to following arrangements: (1) Without any micro element (witness) (2) 1 kg/ha of MoO_4 , (3) 6 kg/ha of ZnSO_4 , (4) 1 kg/ha of MoO_4 , 6 kg/ha of ZnSO_4 ; (5) 1 kg/ha of B; (6) 1 kg/ha of B and 1 kg/ha of MoO_4 ; (7), 1 kg/ha of B and 6 of ZnSO_4 , (8) 1 kg/ha of B and 6 kg/ha of ZnSO_4 and 1 kg/ha MoO_4 ; (9) 2 kg/ha of B; (10) 2 kg/ha of B and 6 kg/ha of MoO_4 ; (11) 2 kg/ha of B and 6 kg/ha of ZnSO_4 ; (12) 2 kg/ha of B, 1 kg/ha of MoO_4 , 6 kg/ha of ZnSO_4 .

The towns that presented the biggest yield of tubers for industrial prosecution were: Catambuco with 10,94 t/ha y Túquerres with 9,91 t/ha of 67.5% of the sample presented a non capable coloration for prosecution of potato chips.

In the Encano, tireless and flakes of capable potato were presented for tha prosecution when carrying out tha applications of 1 kg/ha of boron (t5); 2 kg/ha of boron and 6 kg/ha of sulfate of zinc (t11) y 2 kg of boron, and 6 kg/ha of sulfate of zinc and 1 kg/ha of molibdateo dof sodium.

When carrying out economic analysis in the municipality of Túquerres (Sidewalk La Jardinera), all the fertilization alternatives with nutriotious micro, except the witness (t1) they presented a rate of return marginal superior to 40%.

In the municipality of Gachucal (Sidewalk The Hospital) when carrying out the economic analysis a rate of return superior it was antained to 40% if it is applied 1 or 2 kg/ha of boron and 6 kg/ha of alone sulfate of zinc or cocktails.

In the corregimiento of The Encano (sidewalk Campo Alegre), when carrying out economic analysis a rate of return superior to 40% was obtained if it is applied 6 kg/ha of sulfate of zinc and 1 or 2 kg/ha of alone boron or cocktails; without potato type first; of potato type second the rown with more yield was El Encano with 10,79 t/ha.

The biggest yield of potato type first keeping in mind the applications of micro nutritious was obtained when applying 2 kg/ha of boron, 6 kg/ha of sulfate of zinc (t11), with a yield of 10,86 t/ha and 2 kg/ha of boron, 6 kg/ha of sulfate of zinc and 1 kg/ha of molibdato of sodium (t12) with a yield of 9,40 t/ha.

For potato type second the biggest yield was obtained when applies 2 kg/ha of boron and 6 kg/ha of sulfate of zinc (t11) with a yield of 11,69 t/ha.

In all the treatments evaluated in de different towns h/she was percentages of matter dry superior to 20%, except in the town of Catambuco.

The content of your sugar of tubers, it presented better behavior in the towns of Guachucal, Catambuco, Túquerres; since the quality regarding the obtained coloration is capable for the elaboration of potato chips and potato french fries, except in Túquerres when it was applied sulfate of zinc and molibdato of sodium (t4). However a production of capable potato is obtained for the industrial prosecution if 1 or 2 kg/ha of boron combined with 6 kg/ha of sulfate of zinc is applied.

In the corregimiento of Catambuco (vereda Botanilla) when carrying out the economic analysis, a rate of return superior was obtained to 40% applying q kg/ha of molibdato of alone sodium or cocktail with 6 kg/ha of sulfate of zinc, 1 kg/ha or alone boron or cocktail with 6 kg/ha of sulfate of zinc.

INTRODUCCIÓN

En el departamento de Nariño la papa es el cultivo de mayor importancia en la región andina, especialmente en la zona fría. Ocupa un área que oscila entre 20.000 y 25.000 hectáreas, y aproximadamente 18.000 familias se dedican al cultivo. La mayor producción se destina al consumo en fresco, siendo baja la cantidad destinada al procesamiento industrial, aunque en los últimos años existe una demanda creciente del mercado por el establecimiento de multinacionales dedicadas a esta actividad y la tendencia que existe entre los consumidores a preferir alimentos procesados (Pineda, 1993, 7).

En Colombia, actualmente, la industria de procesados de papa consume cerca de 310.000 toneladas de tubérculos al año, lo que equivale a el 12 y 14% de la producción total. La industria de papa ha definido claramente las características que debe poseer un tubérculo para su procesamiento industrial, concentrándose la demanda en

más del 70%, en la variedad "Diacol Capiro", prefiriendo la papa que se produce entre 2.600 y 2.800 msnm, en suelos sueltos, con buen contenido de materia orgánica, los cuales son los que están en condiciones de ofrecer un tubérculo de buena calidad para la industria, principalmente por el contenido de materia seca y azúcares reductores (García y Pantoja, 1998, 27).

Existen diferentes factores que influyen en la calidad de tubérculo para la industria de alimentos procesados, ligados con el crecimiento general, metabolismo y madurez de las plantas, los cuales son afectados por la variación en las condiciones climáticas; referente a la fertilización se conoce la influencia de los macronutrientes pero no el efecto que tienen los micronutrientes en estas características. Por esto el presente trabajo tuvo como objetivos: determinar la influencia de los micronutrientes (B, Zn y Mo) en la calidad industrial de la papa, evaluar el rendimiento de la variedad Diacol Capiro y efectuar el análisis económico de la producción obtenida.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PAPA PARA LA INDUSTRIA

Moreno (2000, 45), afirma que hay que distinguir entre la calidad externa e interna en la papa para la elaboración de los productos de mayor consumo.

La calidad externa de la papa está determinada la variedad, y por la influencia del ambiente. Entre las características determinadas por el ambiente tenemos: Verdeamiento del tubérculo, deformación de tubérculos, agujeros y corazón hueco de los tubérculos, pudriciones y rajaduras. Las características influenciadas por la variedad entre otras son: Profundidad de los ojos, color de piel y carne, forma y tamaño del tubérculo y producción. Otro factor importante en la calidad externa es la clasificación de los tubérculos en función del producto que se va a elaborar con la papa (Moreno, 2000, 45).

La calidad interna de la papa está determinada por su composición química, que es uno de los factores más utilizados para la clasificación y compra de variedades para la elaboración de diferentes productos industriales (Moreno, 2000, 45).

(Pineda, 1993, 7) manifiesta que para la elaboración de papas fritas ("Chips") se necesitan tubérculos uniformes con formas redondas, ligeramente ovaladas, de tamaño medio (entre 50 y 80 mm de diámetro), de piel clara, con ojos superficiales, con peso específico superior a 1,085 g/cc (aproximadamente 21% de materia seca) y un contenido de azúcares reductores menor a 0,2%, (preferiblemente menor a 0,25%).

Para papa prefrita en tira ("papa a la francesa"), los tubérculos deben ser de forma cilíndrica, preferiblemente de tamaño medio o grande (superior a 80 mm de longitud), ojos superficiales, forma regular alargada (para obtener tiras superiores a 90 mm), peso específico superior a 1,080 g/cc, (20% de materia seca), bajo contenido de azúcares reductores (menor al 0,25%), pulpa de color blanco o crema, con resistencia al ennegrecimiento después del procesamiento (Pineda, 1993, 7).

(Moreno, 2000, 45), afirma que el contenido de materia seca determina el rendimiento del producto terminado, ya que aumenta el rendimiento de hojuelas por menores pérdidas cuantitativas de evaporación de agua, mientras que disminuye la retención de aceite en la fritura.

El contenido de materia seca está limitado así: a mayor contenido en peso seco, aumenta la tendencia a formar manchas azules en los tubérculos; contenidos demasiado altos dan lugar a productos con textura dura y astillosa; contenidos demasiado bajos dan lugar a productos con grandes deformaciones en la elaboración de hojuelas (Moreno, 2000, 45).

El contenido de materia seca en tubérculos grandes es más bajo que en tubérculos pequeños ya que los últimos contienen menos agua en el tejido medular (Vanes y Hartmans, 1987, citados por Castro y Guio, 1998, 136).

Los azúcares reductores (glucosa y fructosa), según Moreno (2000, 46), tienen una influencia significativa en la elaboración de productos fritos porque influyen directamente en la formación del color y del sabor de los mismos. Si el contenido de azúcares reductores es alto,

aparece un producto con color marrón oscuro y sabor amargo.

Hernández (1982), Habid y Brown (1986) citados por Castro y Guio (1998, 136) afirman que el nivel de azúcar (fructosa y glucosa) es el factor que más estimula el desarrollo del color de la papa frita, estos niveles están involucrados en la reacción del dorado en diferentes variedades de papa, los niveles deben estar por debajo del 0,25% y el contenido ideal es inferior a 0,1% al momento del proceso. Con similares niveles de azúcar se pueden producir una calidad y color característico completamente diferentes.

Moreno (2000, 46), asegura que el color tiene una relación directa con el contenido de azúcares reductores; el color debe ser: desde blanco amarillento (aceptable), pasando por un amarillo oro (deseable), hasta un color marrón-negruzco (rechazable), el cual viene dado por una alta concentración de azúcares reductores (2%), que hace un producto indeseable en sabor y apariencia.

El método utilizado por CORPOICA para la determinación del color final de las hojuelas y bastones es una carta

de colores. Con ella se clasifican las hojuelas y tirillas, después de seguir un rígido protocolo respecto a la preparación, tiempo de fritura, espesor de la tajada para hojuelas o de las tiras para papa a la francesa (Moreno, 2000, 46, Sowokinos, 2000, 48).

1.1.1 Variedades aptas para el procesamiento. Las variedades que actualmente utiliza la industria colombiana fueron obtenidas con miras al consumo en fresco, por esa razón no se dispone de variedades de forma cilíndrica o alargada que son las apropiadas para la industria de papa a la francesa (Alvarado, 1991, 24).

Según Alvarado (1991, 24), una variedad apta para el procesamiento debe reunir entre otras las siguientes características:

Contenido de materia seca (sólidos totales) superior a 21%; bajo contenido de azúcares reductores (hasta el 0,5%); tamaño grande (para papa a la francesa con diámetro mayor de 80 mm); forma cilíndrica o alargada para papa a la francesa y redonda para otros usos; y resistencia al deterioro por transporte y almacenamiento prolongados.

También afirma que entre las variedades más utilizadas para el procesamiento se tienen: Diacol Capiro, Diacol Monserrate, ICA Nariño (Huila Roja); (Moreno, 2000, 47) considera además como variedades aptas para la industria: ICA Unica e ICA Zipa.

Con excepción de las variedades Diacol Capiro y Diacol Monserrate, el resto de las variedades existentes presentan características tales como azúcares reductores, porcentaje de materia seca y color de pulpa y piel no adecuadas para adelantar un eficiente procesamiento industrial (si bien aspectos como la temperatura, la madurez o las condiciones ambientales influyen en la determinación de los niveles anteriores, la variedad es un condicionante definitivo) (Moreno, 2000, 47).

La variedad Diacol Capiro tiene un ciclo de vida promedio de cinco meses a 2700 msnm; se cultiva en alturas de 2200 hasta 3200 msnm; requiere de suelos fértiles bien drenados y alta precipitación durante el ciclo de vida. Es muy susceptible a la gota *Phytophthora infestans*. Tiene un período de reposo de 3,5 meses. Se conserva muy bien en almacenamiento sin perder calidad; es resistente

al verdeamiento, al manipuleo y al transporte (Alvarado, 1991, 26).

Presenta tubérculos numerosos, redondeados, de tamaño uniforme; bajo condiciones de buena humedad del suelo produce tubérculos gruesos; color de piel morado, pulpa de color blanco, ojos superficiales y escasos. Con buena precipitación y sembrados a 40 cm entre plantas, el promedio puede ser 2,0 kg de papa comercial por planta (Alvarado, 1991, 25).

Presenta un contenido de materia seca mayor del 20% y bajo contenido de azúcares reductores. En papas fritas a la francesa da un color dorado-blanco (Alvarado, 1991, 25). Sin embargo, presenta algunas desventajas para el uso industrial por su alto contenido de azúcares reductores (alto porcentaje del producto terminado quemado y de calidad organoléptica no aceptable), bajo contenido de sólidos que limitan su rendimiento, el grosor de la piel que conlleva altos desperdicios y tiempo de pelado y la profundidad de los ojos que afectan la presentación del producto final (Moreno, 2000, 47).

1.1.2 Condiciones de clima y suelo para producción de papa industrial. Lujan (1991), considera que las mejores zonas para producción de papa con calidad industrial se localizan entre 2500 a 3000 msnm.

Los suelos más adecuados son aquellos que presentan textura arenosa, por tener bajo contenido de materia orgánica (Alvarado, 1991, 19). Rodríguez y Rodríguez (1992), citados por Alarcón (2000, 74), mencionan contrario a lo anterior que en zonas entre los 2600 y 2800 msnm, de suelos sueltos, con alto contenido de materia orgánica, pueden generar tubérculos de alto contenido de materia seca y baja concentración de azúcares reductores.

Alvarado (1991, 19), afirma que el exceso de humedad en el suelo afecta el contenido de materia seca en los tubérculos, pero la falta de humedad cuando los tubérculos están engrosando produce estrés en la planta, induciendo crecimiento secundario, afectando el contenido de materia seca y el de azúcares.

En cuanto a la temperatura, Burton, (1966), citado por Alvarado (1998, 18), asegura que los niveles óptimos están entre 15° y 20°C.

2.2 FERTILIZACIÓN DE LA PAPA

Estudios realizados por Muñoz y Wieczorek (1977), citados por García y Pantoja (1998, 29), sobre fertilización de papa en 22 sitios experimentales en suelos de Nariño, con pH entre 4,8 y 6,7; M.O entre 3,9 y 17,5%; P entre 8,5 y 60,2 ppm; y K entre 0,6 y 1,2 meq/100 g de suelo obtuvieron producciones crecientes con la aplicación de N hasta de 200 kg/ha, en presencia de 300 kg/ha de P₂O₅.

En Nariño, en suelos con contenidos inferiores a 30 ppm de P (determinado por Bray II), las mayores respuestas se han encontrado con la adición de 400 kg/ha de P₂O₅. En suelos con contenido entre 30-60 ppm de P, se ha obtenido aumentos significativos con aplicaciones entre 100-200 kg/ha de P₂O₅ (García y Pantoja, 1998, 29).

Muñoz y Wieczorek (1977) citados por García y Pantoja (1998, 31), encontraron que la respuesta a la fertilización con potasio no fue muy clara ya que Nariño

posee suelos con contenidos medios a altos de potasio; concluyeron que la relación más adecuada de N, P₂O₅ y K₂O, en la fertilización de papa puede ser 1:2:3.

Las investigaciones realizadas en Colombia sobre N, P y K han indicado que los mayores rendimientos se han obtenido con dosis de 50-100 kg de N, entre 100 y 300 kg de P₂O₅ y 50 y 100 kg de K₂O, en zonas de alturas menores de 2900 msnm (Muñoz, 1998, 59).

En cuanto a la fertilización con magnesio, en el cultivo de papa, son pocos los trabajos realizados en Colombia en el cultivo de la papa, es de esperar respuesta cuando la relación Ca/Mg es amplia y se realizan aplicaciones altas de potasio (como fertilizante compuesto), logrando obtener incrementos en la producción de papa (alrededor de 6 t/ha) cuando la relación Ca:Mg:K se encuentra entre 3:1:0,3 (Barrera, 1993, 22).

1.2.1 Fertilización con micronutrientes. Respecto a elementos menores Alvarado y López (1976), citados por García y Pantoja (1998, 27) mencionan que para producir 40 t/ha de papa se requieren 40 g de maganeso, 60 g de boro, 40 g de cobre y 6 g de molibdeno.

Según Harris (1978), citado por Barrera (1998, 72), para obtener rendimientos de 20 t/ha de tubérculo, se requieren 44 g de cobre, 42 g de manganeso, 64 g de molibdeno y 44 g de zinc.

En estudios realizados por Barrera (1994, 73) en el altiplano Cundiboyacense, con la variedad "Parda pastusa", se encontró los mejores resultados con aplicaciones de boro en dosis de 1 kg/ha al momento de la siembra en forma granular o en solución, el cual fue suficiente para corregir las deficiencias en suelos cuyo contenido fue inferior a 1,6 ppm (determinado por el método de Hunter).

En un suelo del municipio de Túquerres, vereda El Espino, con pH: 4,9; MO: 24%; P: 21 ppm; K: 0,58 meq/100 g de suelo; Zn: 1,8 ppm; Cu: 0,3 ppm, y textura arenosa. El análisis de varianza mostró significancia estadística para la interacción boro 2 kg y 250 kg de sulfato de magnesio, en la producción de papa var. Capiro, con un incremento del 44% sobre el tratamiento sin estos fertilizantes (García, Pantoja, 1998, 31).

Según la revisión hecha por Barrera (1994, 73), se reporta que las aplicaciones de cloruro de zinc (Cl_2Zn) o sulfato de zinc (ZnSO_4), aumentan el rendimiento de papa y se disminuyen o desaparecen las deficiencias visibles de zinc. El ICA, en su quinta aproximación (1992) sobre el uso de fertilizantes recomienda aplicar en banda en forma de quelato una dosis de Zn de 0,3 a 1,0 kg/ha.

En cuanto a la fertilización con molibdeno no se encontró reporte sobre investigaciones realizadas.

1.2.2 Fertilización y calidad de papa industrial.

Alvarado (1991, 22), manifiesta que la fertilización nitrogenada afecta al contenido de azúcares reductores, ya que el exceso en el uso de nitrógeno aumenta el tiempo de madurez del cultivo y con ello el contenido de azúcares reductores.

Según Hooker (1980), Mangel y Kirkby (1987), citados por Barrera (1998, 73), la deficiencia de fósforo en los estados iniciales de desarrollo retarda el crecimiento de las plantas de papa: las plantas se quedan pequeñas, ahusadas y algo rígidas, además la madurez de la planta generalmente se retarda.

Por otra parte cuando la papa es sembrada en suelos con bajo contenido de P disponible y/o bajas aplicaciones de fósforo, las raíces y los estolones son de número y longitud reducidos y aunque los tubérculos no muestren síntomas externos, internamente pueden presentar manchas necróticas de color castaño (herrumbre) distribuidas en forma dispersas en toda la pulpa o en disposición radiada (Hooker, 1986), citado por Barrera (1998, 73).

El potasio es requerido por la planta para la translocación de azúcares y la síntesis de almidón (Rhue, 1986, 666).

Alarcón (2000, 79) señala que las aplicaciones de nitrógeno y potasio reducen muy poco los contenidos de materia seca, pero las aplicaciones de fertilización potásica en forma de cloruro hacen notoria la reducción de la materia seca, incidiendo tanto en la calidad del tubérculo como en el rendimiento de los diferentes productos procesados.

Para Mc-Doler y Robert (1985), citados por Castro y Guío (1998, 142), existen evidencias considerables de que el

abonado potásico en exceso reduce el peso específico (materia seca) en el tubérculo.

Schippers (1968) citados por Mc-Doler (1985), citados por Castro y Guío (1998, 142) estudió cuatro variedades de papa para las cuales el potasio, mejoró el rendimiento, pero el incremento del rendimiento fue contrarrestado por la disminución en el contenido de materia seca.

Según Kyle (1976), citados por McDole (1985), citados por Castro y Guío (1998, 142), la deficiencia de potasio disminuye el contenido de almidón e incrementa la cantidad de azúcares en los tubérculos de papa, los cuales causan el color oscuro a los productos fritos.

La fertilización con potasio en lugares con fuertes deficiencias, afecta la calidad de los tubérculos al influir sobre el contenido de materia seca (bajo peso específico), alto contenido de azúcares y color de carne oscuro (Chapman et al., 1992).

1.3 MICRONUTRIENTES, FUNCIONES Y DISPONIBILIDAD

El boro interviene en el movimiento de azúcares dentro de la planta, en el metabolismo de los carbohidratos, en la diferenciación y división celulares, en la formación del tubo polínico, en la germinación del polen, en la síntesis de proteínas, fitohormonas, enzimas de fosforilación y glutamina, además interviene en el crecimiento de tejidos meristemáticos y formación de raíces (Borrero 1993, López, 1971, Ortiz, 1988, citados por Fuertes, 1993, 32).

Cuando los suelos contienen más de 0,75 ppm de B, los cultivos pueden presentar síntomas de toxicidad (García, 1987, Mojica, 1990; citados por Fuertes, 1993, 31).

Una relación Ca+K/Mg consistentemente alta, propiciará toxicidad por boro; en cambio una relación K+Mg/Ca alta, tendrá un efecto mínimo, en esta toxicidad (Faust, 1989, citado por Anaya, 1998, 283).

Olsen, (1972), citado por Vallejo, (1990), citado por Fuertes (1993, 32) manifiesta la importancia de las relaciones de cantidad del boro con N, P y K, además

menciona que las altas aplicaciones de Ca y K inducen, la deficiencia de boro en cultivos como tomate.

El pH óptimo para la disponibilidad del boro se encuentra alrededor de 5,0 y disminuye a medida que el pH se incrementa (Lora, 1973, citado por Fuertes, 1993, 31).

Generalmente los suelos arenosos contienen menos boro que los arcillosos, debido a que estos tienen mayor capacidad de absorción (García, 1987, citado por Fuertes 1993, 33).

El molibdeno, es importante en la transformación de carbohidratos y actúa como regulador del consumo de azúcar en las plantas, además está relacionado con la asimilación de nitrato (Malavolta, 1990; citado por Fuertes, 1993, 32).

Fassbender y Bornemisza (1987), citados por Beltrán (1991, 13) aseguran que los suelos con pH alto y con abundante materia orgánica contienen suficiente molibdeno, mientras que los suelos antiguos muy meteorizados, son frecuentemente deficientes de modo similar a los arenosos.

La disponibilidad del molibdeno está relacionada con el pH, y a medida que este aumenta, crece la disponibilidad del elemento. En suelos muy ácidos el molibdeno se fija en el interior de los cristales de las arcillas de donde las raíces no pueden tomarlo (Malavolta, 1989, Marin, 1997; citados por Beltrán, 1991, 16).

La aplicación de fosfatos, favorece la disponibilidad del molibdeno, por el contrario el uso de sulfatos reduce su aprovechamiento.

Dávila y Torres, citados por Beltrán (1991, 17), encontraron que en algunos suelos del altiplano de Pasto no fue posible detectar molibdeno presentando solamente trazas en todas las determinaciones.

La deficiencia de zinc provoca la formación y acumulación de azúcares reductores, disminuye el contenido de almidón (Guerrero, 1998 y Rodríguez, 1989, citados por Beltrán, 1991, 8).

A mayor disponibilidad de fósforo se presenta inmovilización de zinc en la rizósfera y a la vez se inhibe la translocación del Zn a la parte aérea de la

planta. La interacción con N se manifiesta de acuerdo a los cultivos. La aplicación de Mg libera Zn de compuestos relativamente insolubles favoreciendo su disponibilidad. La deficiencia de Zn se agrava al aumentar los niveles de Fe (García, 1987, Morales, 1990, citados por Fuertes, 1993, 31).

La disponibilidad de zinc disminuye al aumentar el pH del suelo, las deficiencias son más frecuentes en suelos con pH entre 6-8 (Olsen, 1983; citado por Fuertes 1993, 31).

Se presenta deficiencias de zinc en suelos con altos contenidos de materia orgánica (García y Pantoja, 1998, 31).

El diagnóstico de las características químicas de los suelos de Nariño, indican que son predominantemente deficientes en boro, zinc, magnesio y azufre, lo cual limita la producción y la calidad industrial de la papa (García y Viveros, 1993, citados por García y Pantoja, 1998, 33).

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en cuatro zonas productoras de papa del departamento de Nariño. En el municipio de Túquerres (vereda La Jardinera), a una altitud de 3.060 msnm, el cultivo se desarrolló entre los meses de marzo y septiembre de 1999; esta zona presenta una temperatura promedio de 10°C y una precipitación promedio anual de 1100 mm (IDEAM, 1999), (Figura 1). En el municipio de Guachucal (vereda El Hospital) a 3.180 msnm, se cultivó entre los meses de agosto de 1999 y enero del 2000, la zona presenta una temperatura promedio de 10°C y una precipitación pluvial promedio anual de 980 mm al año (IDEAM, 2000), (Figura 2).

En el municipio de Pasto se ubicaron dos zonas, una ubicada en el corregimiento de Catambuco (vereda Botanilla) a 2.700 msnm, donde se desarrolló el cultivo entre los meses de junio a diciembre de 1999; el sitio

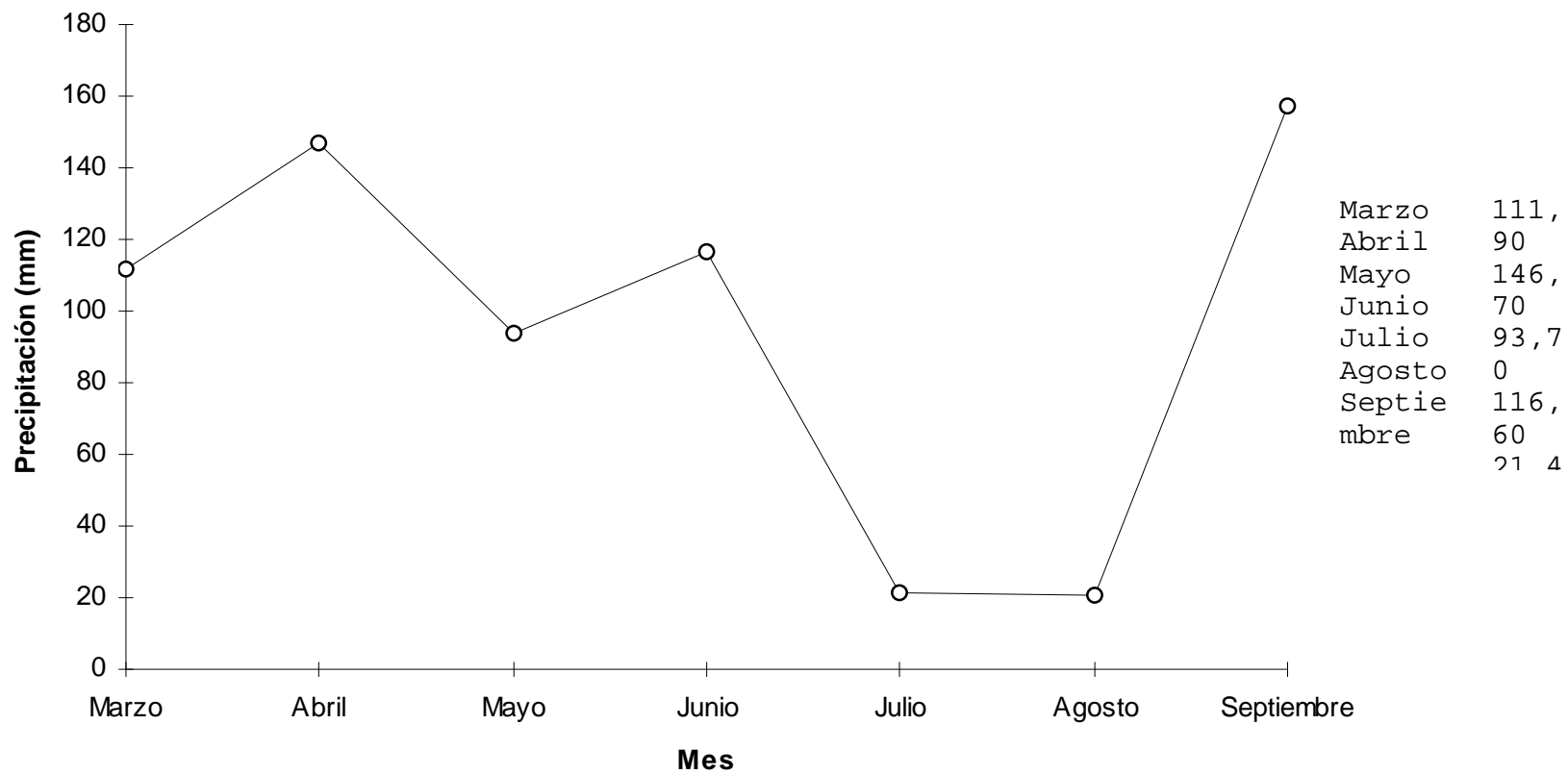


Figura 1. Precipitación mensual en mm en el municipio de Túquerres, durante los meses de Marzo a Septiembre de 1999*

Estacion el paraiso., IDEAM 1999

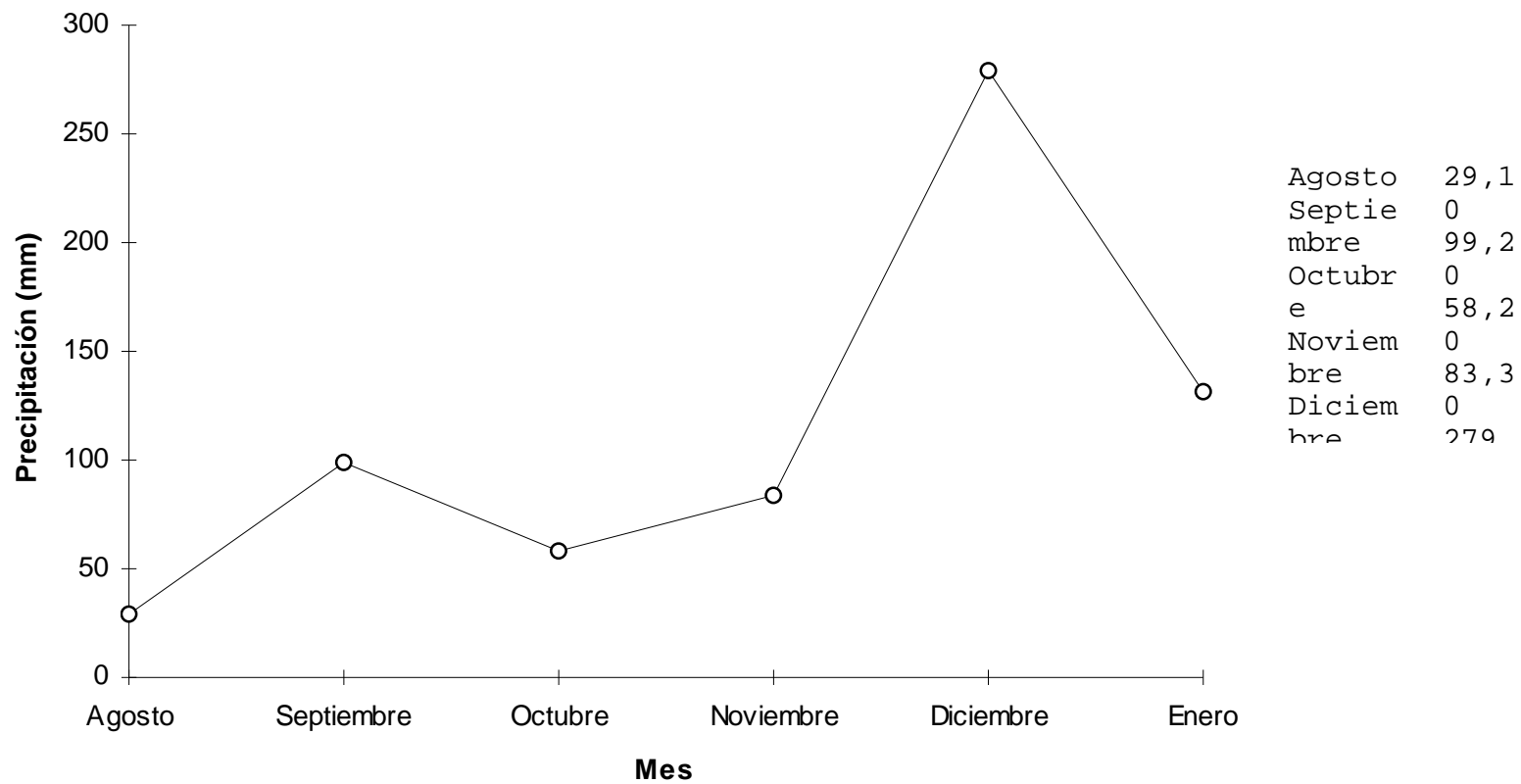
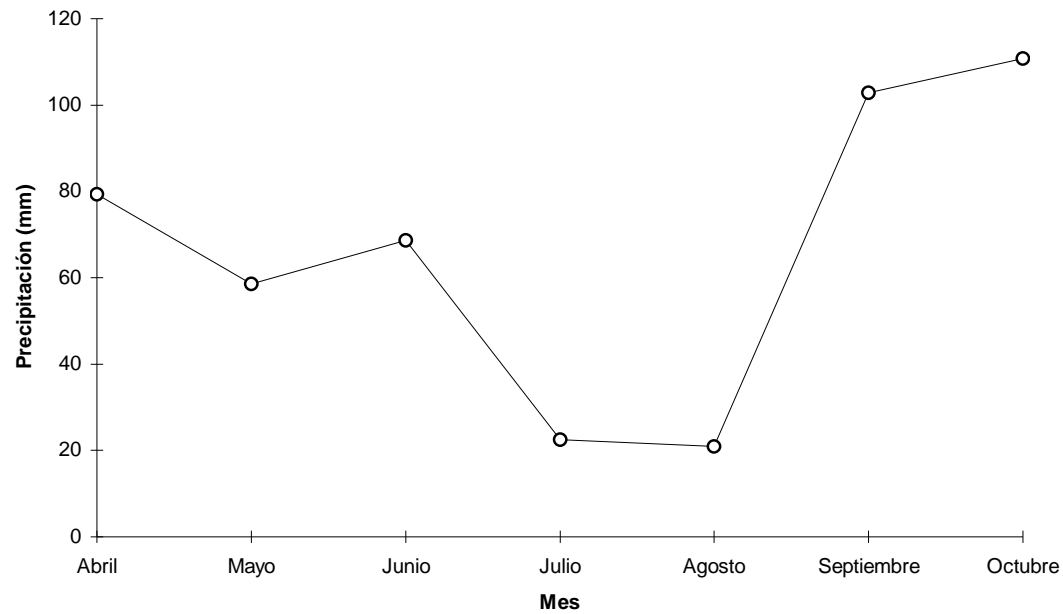


Figura 2. Precipitación mensual en mm en el municipio de Guachucal, durante los meses de Agosto de 1999 a Enero del 2000*

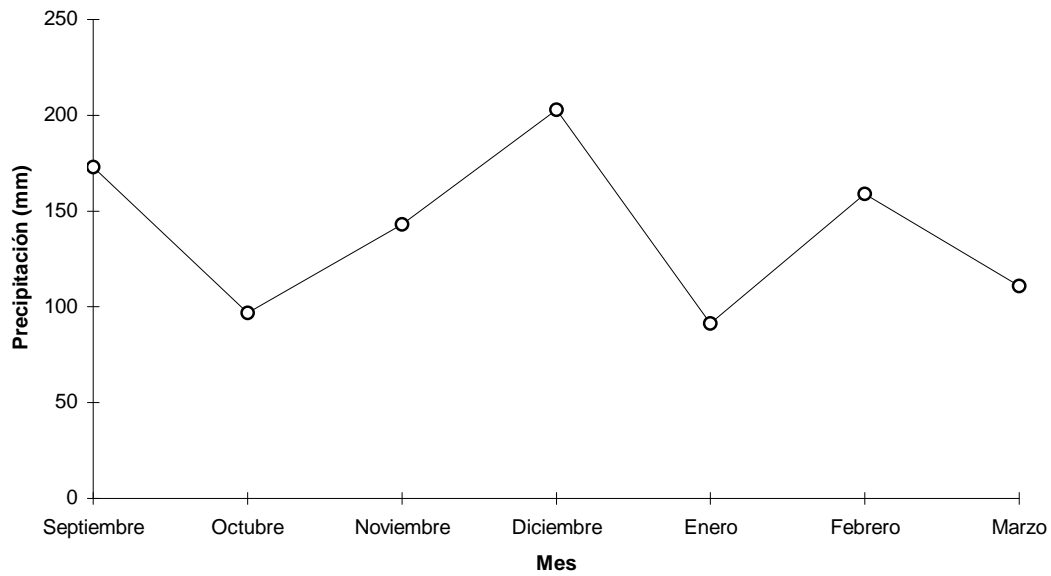
Estacion San Luis., IDEAM ,2000



Abril	79,3
Mayo	0
Junio	58,5
Julio	0
Agosto	68,6
Septiembre	0
Octubre	22,5

Figura 3 Precipitación mensual en mm en el municipio de Pasto, corregimiento de Catambuco durante los meses de Abril a Octubre de 1999*

Estación Obonuco., IDEAM 1999



Septie	172,
mbre	80
Octubr	96,8
e	0
Noviem	143,
bre	20
Diciem	202,
bre	70
Enero	91,2

Figura 4 Precipitación mensual en mm en el municipio de Pasto, corregimiento de El Encano durante los meses de Septiembre de 1999 a Marzo del 2000*

Estación El Encano., IDEAM, 2000.

presenta una temperatura promedio de 12,3°C, precipitación promedio semestral durante el ensayo de 900 mm (Figura 3) (IDEAM, 1999), y en el corregimiento El Encano (vereda Campo Alegre), ubicada a 3050 msnm, donde se cultivó entre los meses de septiembre de 1999 y marzo del 2000, con una temperatura de 8°C y una precipitación de 1350 mm, durante el ensayo (IDEAM, 2000) (Figura 4).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS CULTIVADOS

Previo al ensayo se tomaron muestras de suelo en cada uno de los sitios escogidos para realizar su caracterización, cuyos resultados se consignan en la Tabla 1.

En general los suelos presentan una textura arcillo-arenosa, lo cual hace que estos presenten pobre infiltración, buena capacidad de retención de humedad y pobre permeabilidad (Viveros, 1980).

El pH va de fuerte a moderadamente ácido (4,8-5,6); el contenido de materia orgánica (1,5-40,6%) y potasio (0,36-1,17 meq/100 g) presentan contenidos de medios a altos; el contenido de fósforo (20-56 ppm) y de magnesio (1,40-1,70 meq/100 g) presentan valores de bajos a medios; la

CIC (22,2-65,5 meq/100 g) al igual que el calcio (6,9-8,9 meq/100 g) presentan valores altos (ICA, 1992).

Tabla 1. Resultados del análisis de suelos obtenido en los municipios de Túquerres, Guachucal y Pasto*

Muestras	Unidad	Localidades			
		Túquerres	Guachucal	Catambuco	El Encano
Ph		5,10	5,60	5,10	4,80
Materia orgánica	%	9,80	1,50	7,70	40,60
Densidad aparente	g/cc	0,70	0,90	0,80	0,60
Fósforo	ppm	20,00	56,00	53,00	20,00
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g	29,60	33,00	22,20	65,40
Calcio de cambio	meq/100g	8,20	8,90	8,30	6,90
Magnesio de cambio	meq/100g	1,70	1,50	1,70	1,40
Potasio de cambio	meq/100g	0,97	1,17	0,36	0,41
Aluminio de cambio	meq/100g	1,70	0,00	0,20	2,30
Hierro	ppm	222,00	120,00	206,00	164,20
Manganeso	ppm	3,00	3,00	10,20	8,40
Cobre	ppm	0,08	2,00	1,00	0,18
Zinc	ppm	0,20	1,80	1,20	0,64
Boro	ppm	0,19	0,17	0,08	0,36
Textura		Ar-A	Ar-A	Ar-A	Orgánico
Nitógeno total	%	0,40	0,45	0,33	0,81
Carbono orgánico	%	5,68	6,65	4,45	23,52

* Laboratorio de Suelos Universidad de Nariño

Según Lora (1991), citado por Barrera (1993, 22), los estimativos para los elementos menores serían los siguientes: El contenido de boro (0,08-0,36 ppm) al igual que el de zinc (0,20-1,80 ppm), se pueden considerar bajos; el contenido de cobre (0,08-2,00 ppm) va de bajo a medio; los contenidos de hierro (120-222 ppm) en los cuatro suelos estudiados se consideran altos.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Se consideraron cuatro parcelas principales (Túquerres, Guachucal y Pasto con dos sitios), 12 subparcelas en donde se ubicaron las diferentes dosis de los elementos menores evaluados (Cuadro 1) y cuatro repeticiones, para un total de 192 unidades experimentales.

En cada una de las zonas se utilizó una área de 1152 m² de terreno, se trazaron cuatro bloques (repeticiones), cada uno con un área de 288 m²; en cada bloque se trazaron 12 subparcelas cada una con cuatro surcos de 5 m de largo, con una distancia entre surcos de 1,2 m.

De acuerdo al análisis de suelos (Tabla 1) y las recomendaciones del ICA (1992), la fertilización en cada uno de los sitios evaluados, se realizó como se indica en el Cuadro 1.

2.4 PRÁCTICAS CULTURALES

2.4.1 Preparación de suelo. En el municipio de Túquerres, se efectuó un pase de arado y dos rastrilladas con rastra de disco y el trazado de melgas se realizó con yunta de bueyes; el cultivo anterior fue de praderas de pastos naturales.

En el municipio de Pasto (corregimiento de Catambuco), por ser el cultivo anterior zanahoria, se realizaron dos rastrilladas con rastra de discos y el trazado de melgas con azadón.

En el municipio de Guachucal, el cultivo anterior fue una pradera de kikuyo, por lo que se realizó un pase de arado y dos rastrilladas con rastra de disco y el trazado de melgas con azadón.

Cuadro 1. Dosis de micronutrientes aplicados en las cuatro localidades

Fertilización basal Tratamientos				Túquerres 1.600 kg/ha			Catambuco 1.300 kg/ha			Guachucal 1.300 kg/ha			El Encano 1.600 kg/ha		
Tto	B	ZnSO ₄	MoO ₄	250 kg/ha de MgSO ₄											
kg/ha				B	ZnSO ₄	MoO ₄	B	ZnSO ₄	MoO ₄	B	ZnSO ₄	MoO ₄	B	ZnSO ₄	MoO ₄
g/parcela															
1	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0	0	1	0,00	0,00	2,81	0,00	0,00	2,81	0,00	0,0	2,81	0,00	0,00	2,81
3	0	6	0	0,00	14,4	0,00	0,00	14,4	0,00	0,00	14,4	0,00	0,00	14,4	0,00
4	0	6	1	0,00	14,4	2,81	0,00	14,4	2,81	0,00	14,4	2,81	0,00	14,4	2,81
5	1	0	0	8,39	0,00	0,00	9,96	0,00	0,00	7,93	0,00	0,00	6,49	0,00	0,00
6	1	0	1	8,39	0,00	2,81	9,96	0,00	2,81	7,93	0,00	2,81	6,49	0,00	2,81
7	1	6	0	8,39	14,4	0,00	9,96	14,4	0,00	7,93	14,4	0,00	6,49	14,4	0,00
8	1	6	1	8,39	14,4	2,81	9,96	14,4	2,81	7,93	14,4	2,81	6,49	14,4	2,81
9	2	0	0	16,78	0,00	0,00	19,93	0,00	0,00	15,86	0,00	0,00	12,98	0,00	0,00
10	2	0	1	16,78	0,00	2,81	19,93	0,00	2,81	15,86	0,00	2,81	12,98	0,00	2,81
11	2	6	0	16,78	14,4	0,00	19,93	14,4	0,00	15,86	14,4	0,00	12,98	14,4	0,00
12	2	6	1	16,78	14,4	2,81	19,93	14,4	2,81	15,86	14,4	2,81	12,98	14,4	2,81

En el municipio de Pasto (corregimiento El Encano) se efectuó una preparación manual y se hizo el trazado de melgas con azadón, ya que el cultivo anterior fue papa.

2.4.2 Siembra. Para la siembra se empleó tubérculos tipo segunda (con un diámetro promedio de 5 a 8 cm), de papa certificada, variedad Diacol Capiro, suministrada por Semillas de Nariño. Se sembró un (1) tubérculo por sitio a una distancia de 0,4 m entre sitios, y 1,2 m entre calles, para una población de 20.830 plantas/hectárea.

3.4.3 Fertilización. Esta labor (como se mencionó anteriormente), se realizó de acuerdo al análisis de suelo y las recomendaciones del ICA (1992). En cada uno de los sitios seleccionados, se aplicó al momento de la siembra 250 kg/ha de sulfato de magnesio y se realizó una fertilización fraccionada con fertilizante completo de grado 13-26-6, aplicando el 60% de la dosis al momento de la siembra y el 40% al rebone, a los 45 días después de la siembra.

En forma independiente, pero al momento de la siembra se aplicaron los elementos menores. Después de la

fertilización con sulfato de magnesio y 13-26-6, se procedio a tapar el fertilizante con una capa delgada de suelo y luego se realizó la aplicación de elementos menores así: borato 48 y sulfato de zinc, se mezclaron con suelo seco y se esparció dentro de la unidad experimental; el molibdato de Sodio se disolvió en agua y se aplicó con fumigadora dirigido al suelo.

2.4.4 Control de malezas, plagas y enfermedades. El control de malezas se realizó a los 17 días después de la siembra y con las labores de aporque que se realizaron a los 45 y 70 días de establecido el cultivo.

Para el control de *Epitrix sp*, *Frankliniella tuberosi* y *Liriomyza quadrata*, se realizaron aplicaciones de clorpirifos en dosis de 1 L/ha a los 35 y 45 días después de la siembra; para el control de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) se realizaron dos aplicaciones de Carbofuran en dosis de 1 L/Ha, la primera a los 40 días y la segunda a los 70 días después de la siembra.

Para el control de *Phytophthora infestans*, se aplicó a los 30 días después de la siembra y se continuó aplicando cada ocho días Cymoxanil como curativo y mancozeb como

preventivo de gota, en mezcla y de acuerdo a la variación de las condiciones climáticas variando la dosis del curativo más preventivo.

2.4.5 Cosecha. Esta se realizó aproximadamente a los cinco meses y medio después de la siembra, procediendo a cosechar 3 m del surco central de cada una de las unidades experimentales, eliminando 0,50 m de cada borde.

2.5 VARIABLES EVALUADAS

2.5.1 Producción de papa tipo primera, segunda y tercera categoría. Una vez cosechados los 3 m del surco central de cada unidad experimental, se procedió a la clasificación de los tubérculos.

La categoría de los tubérculos se estableció teniendo en cuenta la resolución 040 de 1981 y la norma colombiana ICONTEC 341° (Lujan, 1980, 1982, 1990, 6), así:

Tipo	Denominación	Peso (g)	Diámetro (mm)
Cero	Muy grande	> 150	>90
Primera	Grande	120 - 150	68 - 90
Segunda	Mediana	70 - 120	44 - 68

Tercera

Pequeña

40 - 70

30 - 44

Se tuvo en cuenta principalmente la categoría primera (68-90 mm de diámetro) y segunda (44-68 mm de diámetro), los cuales están especificados en la industria, para papa francesa y Chips respectivamente; los resultados obtenidos se expresaron en t/ha.

2.5.2 Contenido de Azúcares. En papa tipo francesa, se tomaron 20 papas de primera (8,0 cm de longitud), de cada unidad experimental, seleccionando de cada papa una tirilla central (Figura 5), ésta se frió durante 5-6 minutos, en aceite de Girasol a 350-400°F.

Las tirillas posteriormente se compararon con la escala colorimétrica para papa a la francesa y se determinó el porcentaje de papas quemadas.

Para papas tipo chips se tomó papas de 5-7 cm de diámetro de las cuales se sacó una hojuela central y se frieron durante un minuto a una temperatura de 350-400°F (Figura 6). Las hojuelas y tirillas después de la prueba de fritura (Figura 7) se compararon con la escala colorimétrica (Figura 8) y se determinó el porcentaje de papas quemadas.



Figura 5. Selección de una tirilla del centro de la papa

Figura 5. Selección de una tirilla del centro de la papa



Figura 6. Selección de una hojuela del centro de la papa

Figura 6. Selección de una hojuela del centro de la papa



Sin aplicación de boro, zinc y molibdeno



Aplicación de 6 kg/ha de sulfato de zinc

Figura 7. Coloración obtenida en papa a la francesa y chips, en la prueba de fritura para evaluar calidad de acuerdo al contenido de azúcares

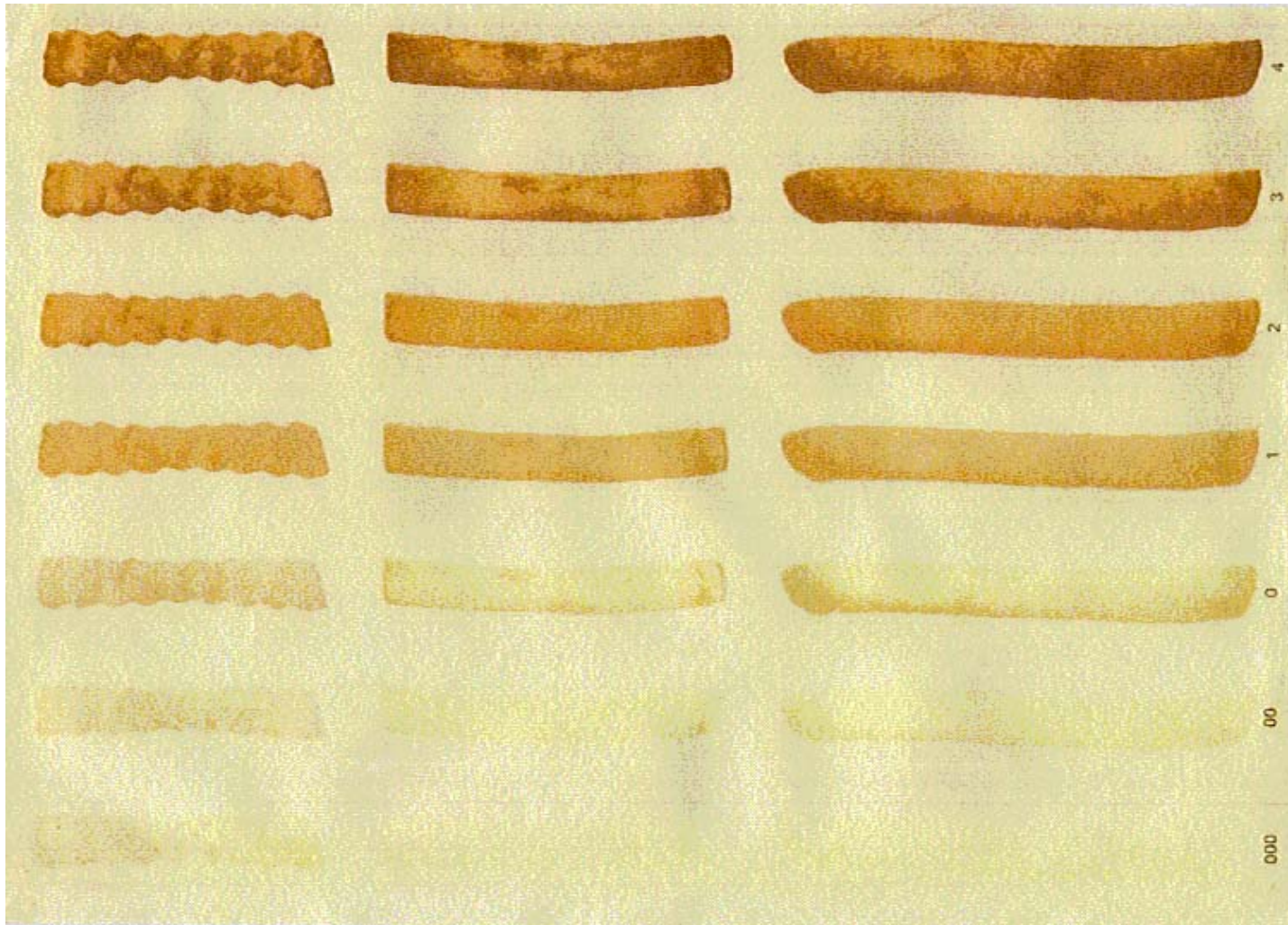


Figura 8. Escala colorimétrica para hojuelas y tirillas de papa procesada (basada en Munsell color, Baltimore, 1988)

2.5.3 Contenido de materia seca. Se pesaron 3,628 kg de papa (8,0 libras americanas) por unidad experimental, ésta se depositó en una canastilla que se sumergió en agua (Figura 9), de esta manera se determinó la gravedad específica por medio del densímetro de Idaho; mediante la ecuación:

$$MS = 24,182 + 21,04 (G.E. - 1,0988);$$

donde:

MS : Materia seca %

G.E. : Gravedad específica

2.5.4 Rendimiento por hectárea. Se efectuó el pesaje total de la producción de cada subparcela y se extrapoló a rendimiento en t/ha.

2.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico de la producción se hizo mediante la metodología del presupuesto parcial, teniendo en cuenta los beneficios netos para cada una de las aplicaciones con micronutrientes, como son: cálculo de rendimiento promedio, estimación del precio de campo,



Figura 9. Determinación de la gravedad específica por medio del densímetro de Idaho

beneficio bruto de campo, identificación de insumos variables, estimación del precio de campo de cada insumo, obtención del costo variable y beneficio neto (Perrin et al., 1976, 18).

Inicialmente se listaron los niveles promedio de rendimiento por cada subtratamiento para la producción de papa tipo primera, segunda y tercera categoría, posteriormente se descontó un diez por ciento (10%) correspondiente a supuestas pérdidas de cosecha y almacenamiento. Para obtener el beneficio bruto se multiplicó el precio de la papa tipo primera, segunda y tercera categoría por el rendimiento ajustado de cada categoría.

Para el análisis se tuvo en cuenta los costos en que incurre el agricultor al elegir una alternativa determinada; en este caso, los insumos afectados por esta decisión fueron: semilla, mano de obra, costos de jornal, empaques, abono completo y micronutrientes. Después de calcular el costo variable se lo restó al beneficio bruto y se obtuvo el beneficio neto.

Después se procedió a dibujar la curva de beneficio neto que muestra la relación entre los costos variables de cada alternativa y los beneficios netos, siendo ésta una forma de resumir los resultados de un presupuesto parcial de varias alternativas de producción.

Luego se hizo el análisis de dominancia, para lo cual se realizó una lista de alternativas de mayor a menor beneficio neto; para eliminar las alternativas dominadas se procedió de arriba hacia abajo, suprimiendo las alternativas que tuvieron un costo igual o mayor que el subtratamiento inmediatamente anterior.

Las alternativas no dominadas se listaron de mayor o menor beneficio neto y se realizó el análisis marginal en el que se calculó el costo marginal. El análisis marginal muestra la manera en que los beneficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida decrece. Dado que cualquier alternativa que sobrepase el 40% será suficiente para garantizar la recomendación.

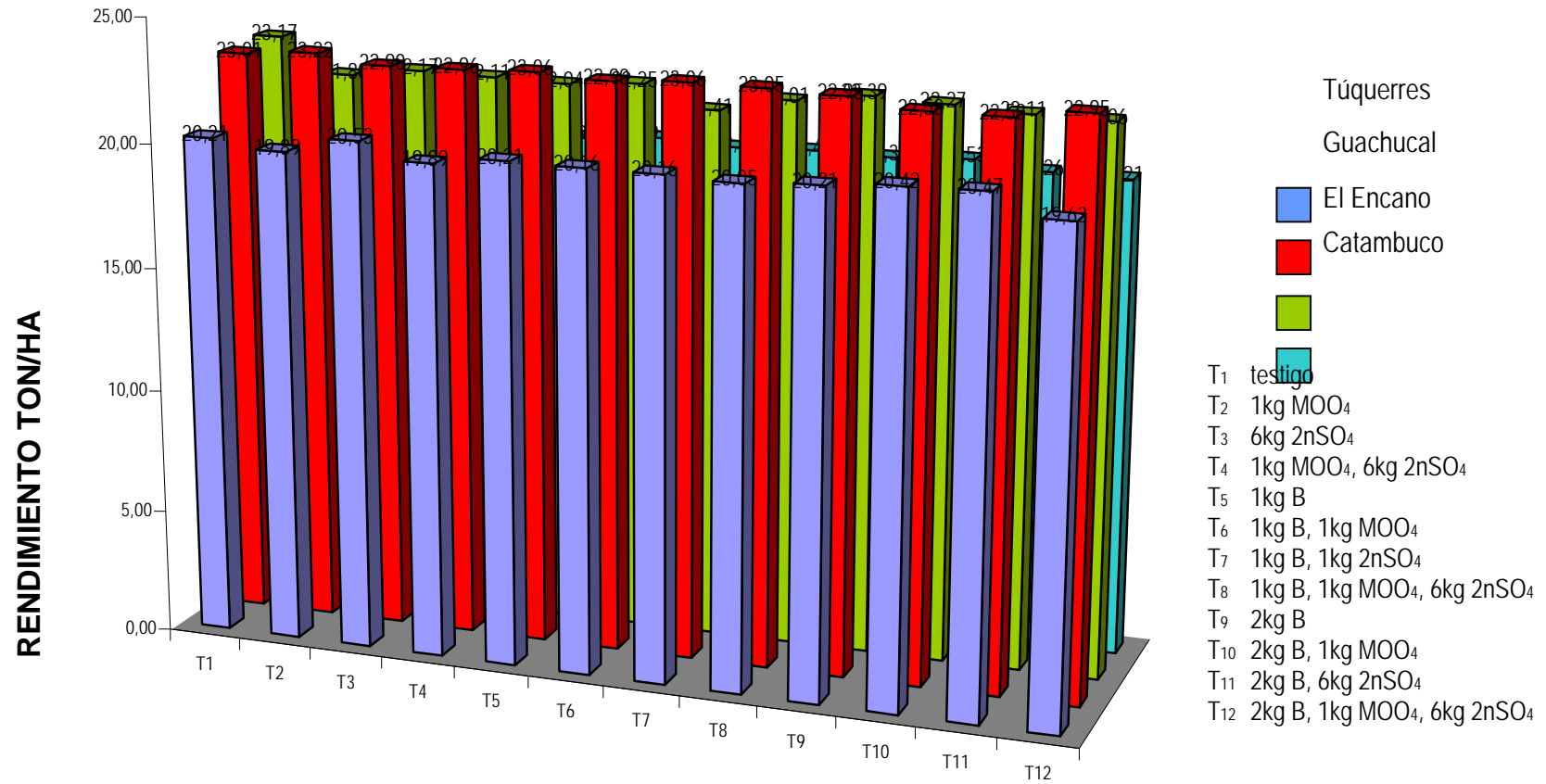
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RENDIMIENTO DE PAPA TIPO PRIMERA

De acuerdo a los requerimientos del mercado de productos procesados la papa tipo primera es la utilizada para la elaboración de papa a la francesa principalmente.

Las empresas que dominan el mercado como Congelagro, Fritolay y Yupi exigen un diámetro superior a ocho centímetros. En la Figura 10 se puede observar los rendimientos promedios obtenidos en las cuatro localidades, con las diferentes dosis de boro, zinc y molibdeno.

Al realizar el análisis de varianza (Tabla 1 del Apéndice) se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre localidades y dosis de micronutrientes, no se encontró diferencias estadísticas en la interacción localidad por dosis de micronutrientes.



DOSIS DE MICRONUTRIENTES

Figura 13 Porcentaje de materia seca de tubérculos de papa Variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en los Municipios de Túquerres, Guachucal, y Pasto (El Encano y Catambuco).

Al realizar la prueba de comparación de promedios de Tukey para localidades (Cuadro 1 del Apéndice), se encontró que el rendimiento de papa tipo primera en Catambuco con 10,94 t/ha, y en Túquerres con 9,91 t/ha, presentaron diferencias estadísticas significativas con el rendimiento obtenido en Guachucal (5,43 t/ha) y en El Encano (6,82 t/ha).

Entre los rendimientos obtenidos en Catambuco y Túquerres y los alcanzados en Guachucal y El Encano, no se presentaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1 del Apéndice).

Al realizar la prueba de comparación de promedios de Tukey para el rendimiento obtenido con las diferentes aplicaciones de boro, zinc y molibdeno (Cuadro 2 del Apéndice), se encontró que las aplicaciones de sólo fertilizante compuesto (t1, testigo), con un rendimiento de 4,18 t/ha presentó diferencias estadísticas significativas con el rendimiento de 10,86 t/ha, obtenido con las aplicaciones de 2 kg/ha de boro más 6 kg/ha de sulfato de zinc (t11); 2 kg/ha de boro más 1 kg/ha de molibdato de sodio (t10), con rendimiento de 10,50 t/ha;

1 kg/ha de boro más 1 kg/ha de molibdato de sodio (t6), con rendimiento de 9,49 t/ha.

Así también cuando se aplicó 2 kg/ha de boro más 6 kg/ha de sulfato de zinc y 1 kg/ha de molibdato de sodio (t12), con rendimiento de 9,40 t/ha; 2 kg/ha de boro (t9), con rendimiento de 9,14 t/ha; 1 kg/ha de boro más 6 kg/ha de sulfato de zinc y 1 kg/ha de molibdato de sodio (t8), con rendimiento de 9,12 t/ha y 1 kg/ha de boro (t5), con rendimiento de 8,19 t/ha.

Además con la fertilización de 1 kg/ha de molibdato de sodio (t2), se obtuvo un rendimiento de 5,84 t/ha, que presentó diferencias estadísticas significativas con el rendimiento obtenido en el tratamiento (t11) y el t10 ya mencionados. Al comparar los demás rendimientos obtenidos no se presentaron diferencias estadísticas significativas.

Las diferencias en el rendimiento obtenidas en las diferentes localidades se pueden explicar por la influencia que pueden ejercer los factores ambientales ya que, según Alvarado (1998), el crecimiento del tubérculo, está influenciado por el suministro de agua en la etapa

de formación de los tubérculos (de 8 a 13 semanas) y en la etapa de engrosamiento de los mismos (de 17 a 21 semanas), también la temperatura afecta la respiración y por consiguiente el crecimiento y desarrollo de los tubérculos, mientras que altas temperaturas estimulan el crecimiento del follaje, bajas temperaturas (15°C, ideal), son más favorables para el desarrollo de los tubérculos.

Por otra parte, la respuesta a la aplicación de micronutrientes (B, Zn y Mo), obtenida en el rendimiento de papa tipo primera, se debe a la acción conjunta de los micronutrientes aplicados, lo cual entre otras razones se debe a que en las zonas estudiadas, según el análisis de suelo (Tabla 1), estos se encuentran bajos.

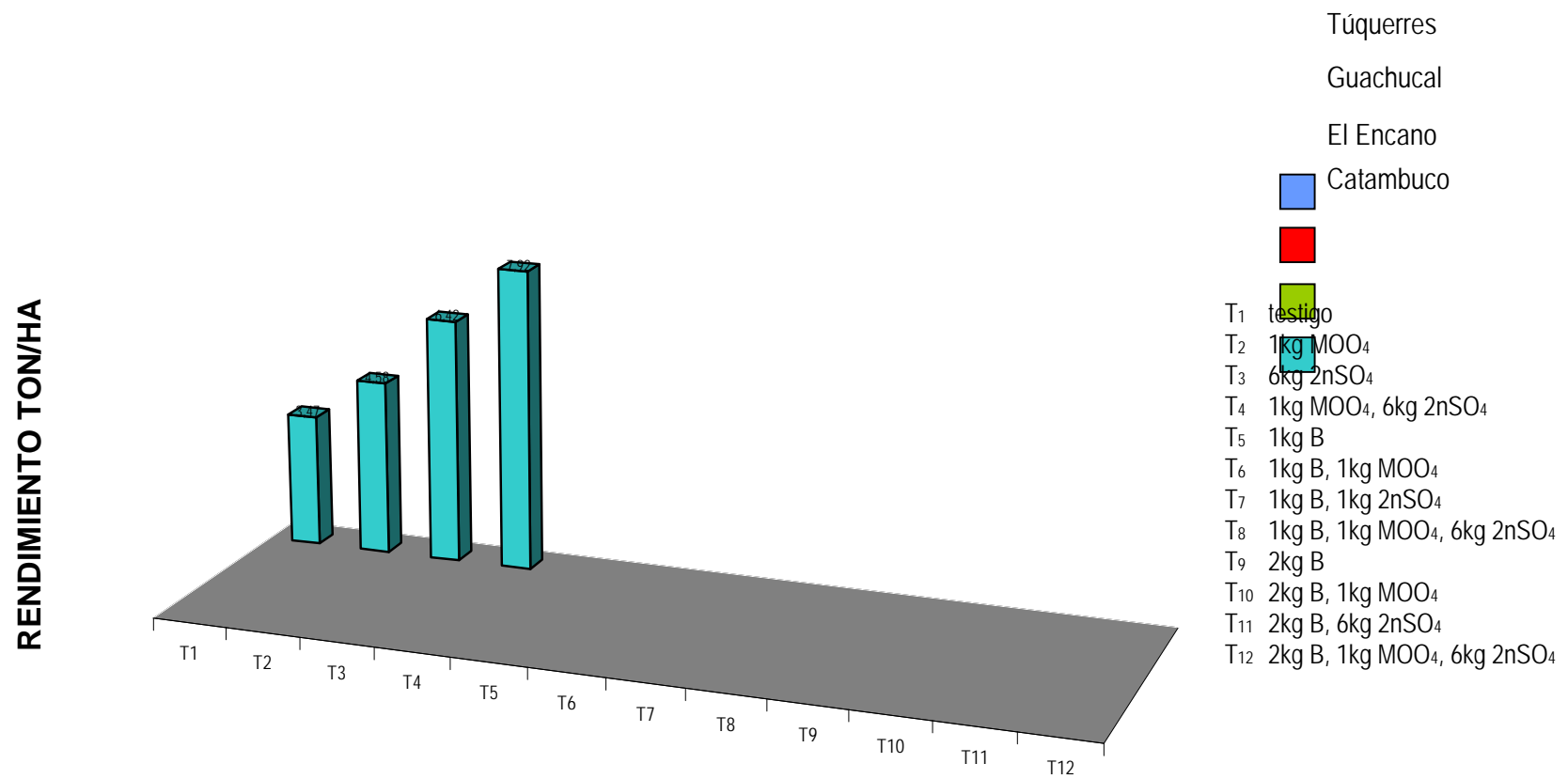
Además hay que considerar que las aplicaciones de fósforo realizadas en la fertilización basal, pudieron influir en la disponibilidad del zinc en el suelo, ya que como lo manifiesta Lora (1994), hay interacción negativa entre estos elementos.

3.2 RENDIMIENTO DE PAPA TIPO SEGUNDA

Este tipo de papa se ha utilizado para la elaboración de papa chips, no obstante el diámetro que exigen las empresas Congelagro y Yupi es de 5 a 8 cm y Fritolay de 5 a 10 cm, sin embargo el ideal es de 6 a 7 cm. En la Figura 11 se puede apreciar los datos promedios de rendimiento de papa variedad Diacol Capiro obtenido en las cuatro zonas con la aplicación de micronutrientes.

Al efectuar el análisis de varianza (Tabla 2 de Apéndice) se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas para el rendimiento obtenido en las cuatro zonas estudiadas y el obtenido con las diferentes aplicaciones de micronutrientes; no se encontraron diferencias estadísticas significativas para su interacción.

Al comparar los rendimientos obtenidos en las cuatro zonas estudiadas mediante la prueba Tukey se encontró que el rendimiento en El Encano (10,79 t/ha) presentó diferencias estadísticas significativas con el rendimiento obtenido en Guachucal (7,41 t/ha) y el obtenido en Catambuco (8,56 t/ha); además, el rendimiento



DOSIS DE MICRONUTRIENTES

Figura 11 Rendimiento de papa tipo segunda Variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en los Municipios de Túquerres, Guachucal, y Pasto (El Encano y Catambuco).

de Túquerres (9,40 t/ha) presentó diferencias estadísticas significativas con el rendimiento obtenido en Guachucal. Al comparar los demás valores de rendimiento obtenido en la producción de papa tipo segunda no se encontraron otras diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3 del Apéndice).

Al realizar la prueba de comparación de promedios de Tukey para las diferentes dosis de micronutrientes (Cuadro 4 del Apéndice), el rendimiento obtenido con la aplicación de 2 kg/ha de boro y 6 kg/ha de sulfato de zinc (t11) con un rendimiento de 11,69 t/ha, presentó diferencias estadísticas significativas con el rendimiento obtenido con el testigo (t1, sin aplicación de micronutrientes) y el rendimiento obtenido cuando se aplicó 1 kg/ha de molibdato de sodio (t2) con un rendimiento de 6,20 y 6,54 t/ha, respectivamente.

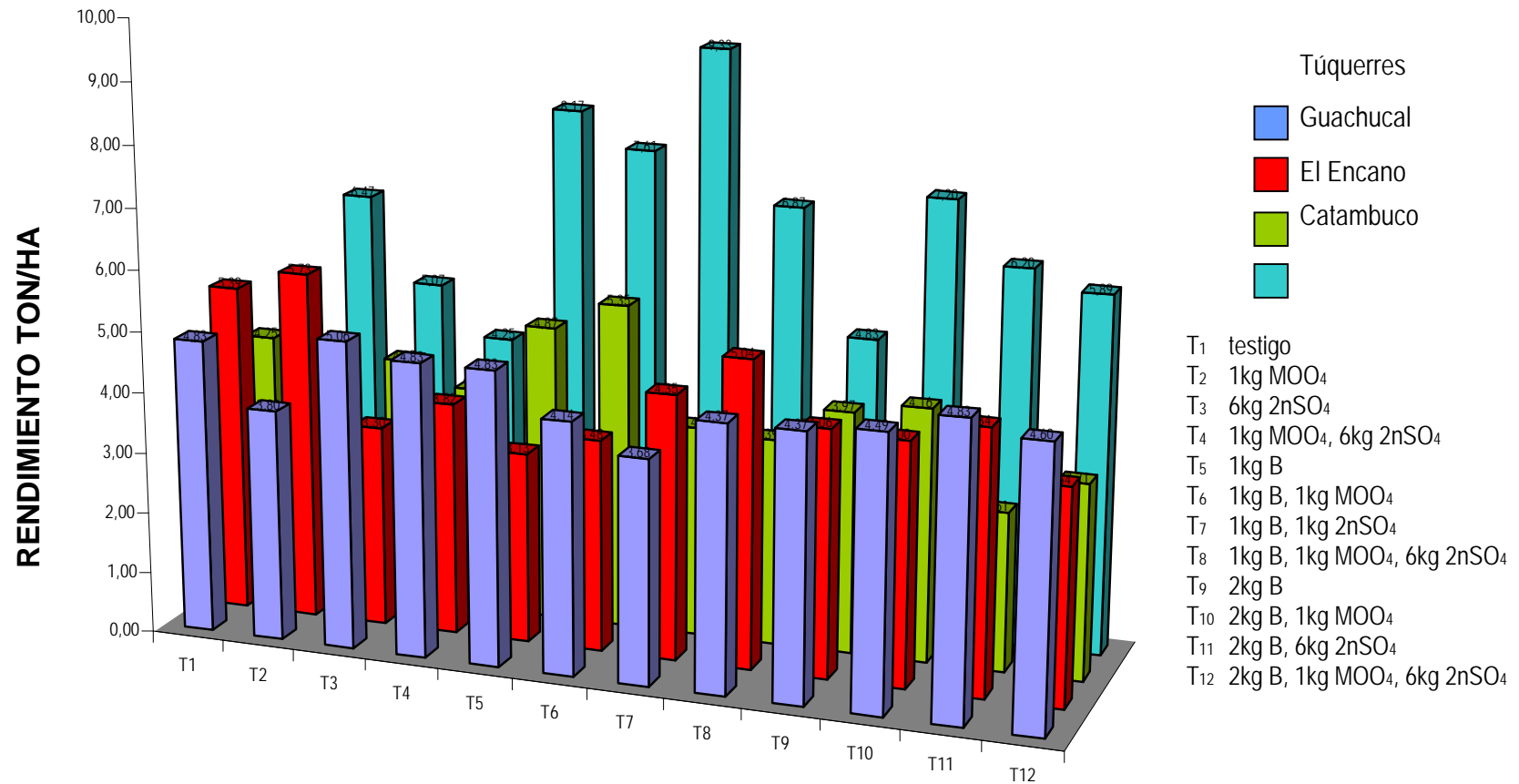
Las condiciones climáticas de las zonas estudiadas, tal como se mencionó anteriormente, favorecen la producción de papa tipo primera en las zonas de Catambuco y Túquerres, en tanto que se incrementó la producción de papa tipo segunda en las zonas de El Encano y Guachucal.

Los rendimientos obtenidos con la aplicación de elementos menores ponen de presente la interacción positiva de boro, Zinc y molibdeno en el rendimiento de papa comercial (tipo primera y segunda), sin embargo con la aplicación de sólo molibdeno, el rendimiento se vio disminuido posiblemente porque las dosis aplicadas fueron bajas, teniendo en cuenta el origen de los suelos, las condiciones climáticas de las zonas estudiadas y principalmente la reacción del suelo (pH) que conjuntamente con las reacciones antagónicas que presenta este elemento con el fósforo y el magnesio, pudieron afectar su disponibilidad para el cultivo.

3.3 RENDIMIENTO DE PAPA TIPO TERCERA

En la Figura 12 se muestran los valores promedio del rendimiento de papa tipo tercera obtenidos en Túquerres, Guachucal, El Encano y Catambuco con la aplicación de diferentes dosis de boro, zinc y molibdeno.

Mediante el análisis de varianza (Tabla 3 del Apéndice) se obtuvo diferencias estadísticas significativas para el rendimiento obtenido en las cuatro localidades, no así para



DOSIS DE MICRONUTRIENTES

Figura 12 Rendimiento de papa tipo tercera Variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en los Municipios de Túquerres, Guachucal, y Pasto (El Encano y Catambuco).

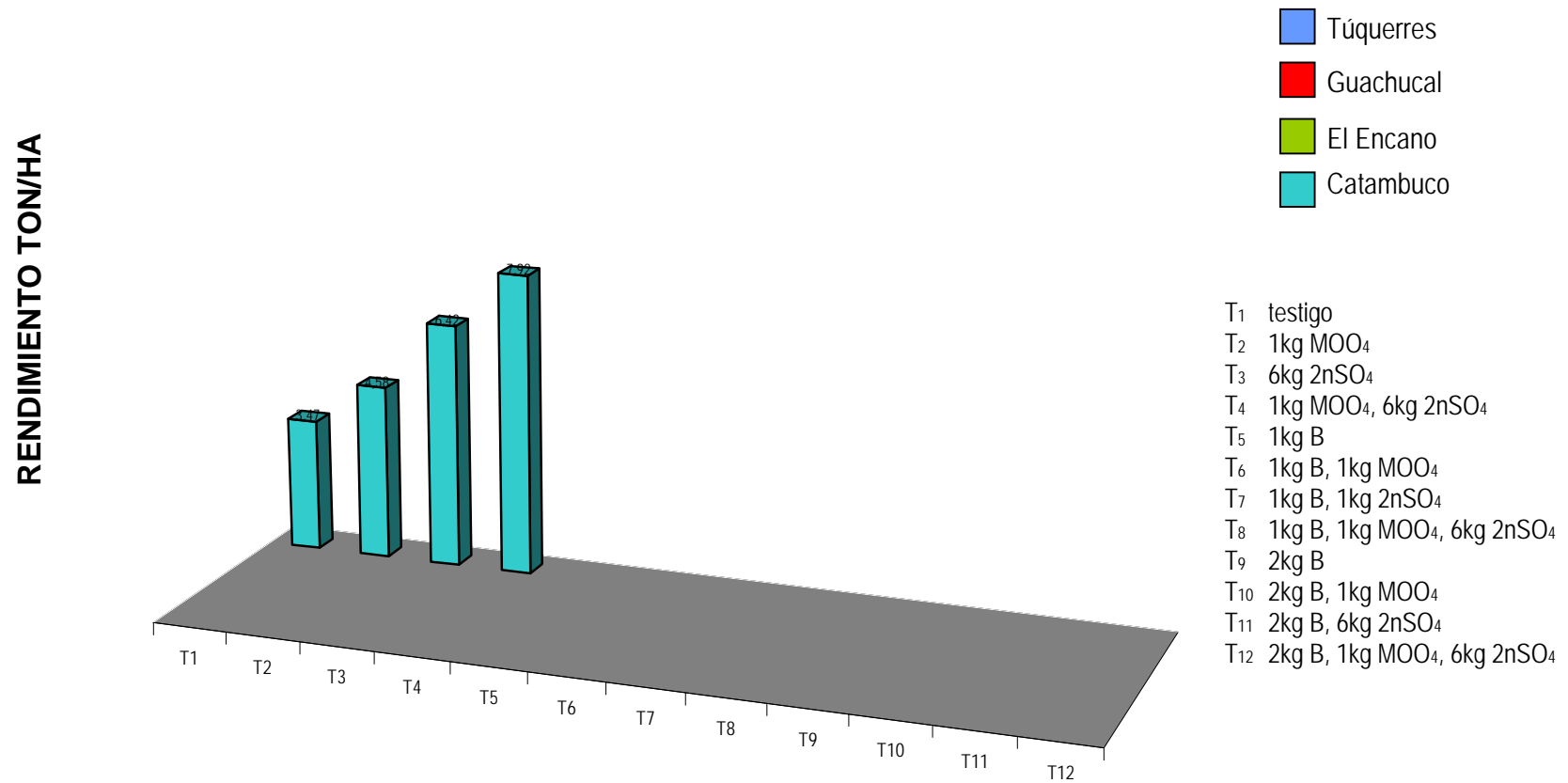
el rendimiento con las diferentes dosis de micronutrientes o para la interacción localidad por micronutrientes.

Al realizar la prueba de comparación de promedios de Tukey para las cuatro localidades (Cuadro 5 del Apéndice), se encontró que sólo el rendimiento de Catambuco con 6,21 t/ha presentó diferencias estadísticas significativas en relación al rendimiento obtenido en El Encano con 3,81 t/ha.

El rendimiento de papa tipo tercera está relacionado inversamente con el rendimiento de papa tipo segunda, ya que en Catambuco se obtuvo el mayor rendimiento de papa tipo tercera y el menor rendimiento de papa tipo segunda, lo cual puede afectar negativamente la producción de papa para comercialización, ya que la papa tipo tercera es difícilmente aceptada en el mercado.

3.4 MATERIA SECA

En la Figura 13 se puede apreciar los datos de porcentaje de materia seca de papa variedad Diacol Capiro obtenidos para cada una de las zonas estudiadas, con la aplicación de micronutrientes.



DOSIS DE MICRONUTRIENTES

Figura 11 Rendimiento de papa tipo segunda Variedad Diacol Capiro obtenido con la aplicación de micronutrientes en los Municipios de Túquerres, Guachucal, y Pasto (El Encano y Catambuco).

Como se mencionó anteriormente la papa para procesamiento industrial debe contener un porcentaje de materia seca por encima del 20% (Alvarado, 1991, 24; Castro y Guio, 1995, 42; Moreno, 2000, 46 y Alarcón, 2000, 79); los resultados encontrados en todas las localidades, excepto Catambuco, superan este valor lo cual hace que esta zona tenga limitaciones para la obtención de papa con calidad industrial de acuerdo a este parámetro ya que se debe tener en cuenta además el contenido de azúcares.

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas altamente significativas para los porcentajes de materia seca obtenidos en las cuatro zonas estudiadas para las dosis de micronutrientes y para la interacción de zona por micronutrientes (Tabla 4 del Apéndice).

Para evaluar la materia seca de los tubérculos obtenida con cada una de las dosis de micronutrientes estudiados, se realizó un análisis de varianza por localidad utilizando un diseño de bloques al azar.

El análisis de varianza para porcentajes de materia seca de los tubérculos obtenidos en Túquerres no mostró diferencias estadísticas significativas para las

diferentes dosis de micronutrientes evaluados (Tabla 5 del Apéndice).

El análisis de varianza para la materia seca de los tubérculos obtenida en Guachucal, presentó diferencias estadísticas significativas para las diferentes dosis de micronutrientes (Tabla 6 del Apéndice).

Al realizar la prueba de comparación de promedios de Tukey para las diferentes dosis de micronutrientes (Cuadro 6 del Apéndice), se encontró que el contenido de materia seca obtenido con la aplicación de 1 kg/ha de molibdato de sodio (t2), con 23,22% de materia seca, presentó diferencias estadísticas significativas con el porcentaje de materia seca obtenido cuando se aplicó 2 kg/ha de boro más 1 kg/ha molibdato de sodio (t10), con 22,58% de materia seca y 2 kg/ha de boro más 6 kg/ha sulfato de zinc (t11), con 22,58% de materia seca, sin embargo, todos los valores obtenidos en la materia seca de los tubérculos con la aplicación de boro, zinc y molibdeno, presentaron valores de materia seca superiores a 20% que exige la industria para papa a la francesa y 21% para papa chips (hojuelas) (Alvarado 1991, 24, Moreno 2000, 46).

Al comparar los demás porcentajes de materia seca obtenidos no se presentaron otras diferencias estadísticas significativas (Cuadro 6 del Apéndice).

En el corregimiento de El Encano, no se presentaron diferencias estadísticas significativas al realizar el análisis de varianza para las diferentes dosis de boro, zinc y molibdeno evaluadas (Tabla 7 del Apéndice); sin embargo, los contenidos de materia seca fueron superiores al 21% que exige la industria de papa a la francesa y papa chips (Alvarado, 1991, 24; Moreno, 2000, 46).

Para el corregimiento de Catambuco (municipio de Pasto) al hacer el análisis de varianza (Tabla 8 del Apéndice), no se presentaron diferencias estadísticas significativas para la materia seca obtenida con la aplicación de boro, zinc y molibdeno, sin embargo, los valores de materia seca obtenidos son inferiores al 20% que exige actualmente la industria para procesamiento (Alvarado, 1991; Moreno, 2000), lo que posiblemente se debió a la baja aprovechabilidad de los nutrientes aplicados por la inadecuada distribución de las lluvias en la zona durante el período de cultivo, excepto Catambuco donde los tubérculos presentaron valores de materia seca inferior a

20% que exige la industria de papa a la francesa y chips, con las otras localidades los porcentajes de materia seca se pueden considerar aceptables, sin embargo, el contenido de materia seca no es el único factor que interviene en la calidad del producto frito, habría que considerar, como en efecto se hizo, los contenidos de azúcares reductores que en última instancia determinan la calidad del producto final (Alvarado, 1991, 24; Moreno, 2000, 46; Alarcón, 2000, 74).

3.5 CONTENIDO DE AZÚCARES

Este parámetro fue evaluado de forma cualitativa, ya que las hojuelas y tirillas fritas se comparan con una escala colorimétrica (Figura 8), que muestra hojuelas de color dorado claro, con una valoración de "000" la cual es de calidad excelente para la industria; una dorada oscura con valoración "00" la cual es aceptada para la industria por tener una coloración apta; dorada marrón claro, valorada como "0", que es de una coloración medio apta; la dorada marrón oscuro, con valoración "1" ya presenta mal sabor, color oscuro y mala calidad y no clasifica para la industria por ser de coloración no apta.

PORCENTAJE DE HOJUELAS Y TIRILLAS QUEMADAS

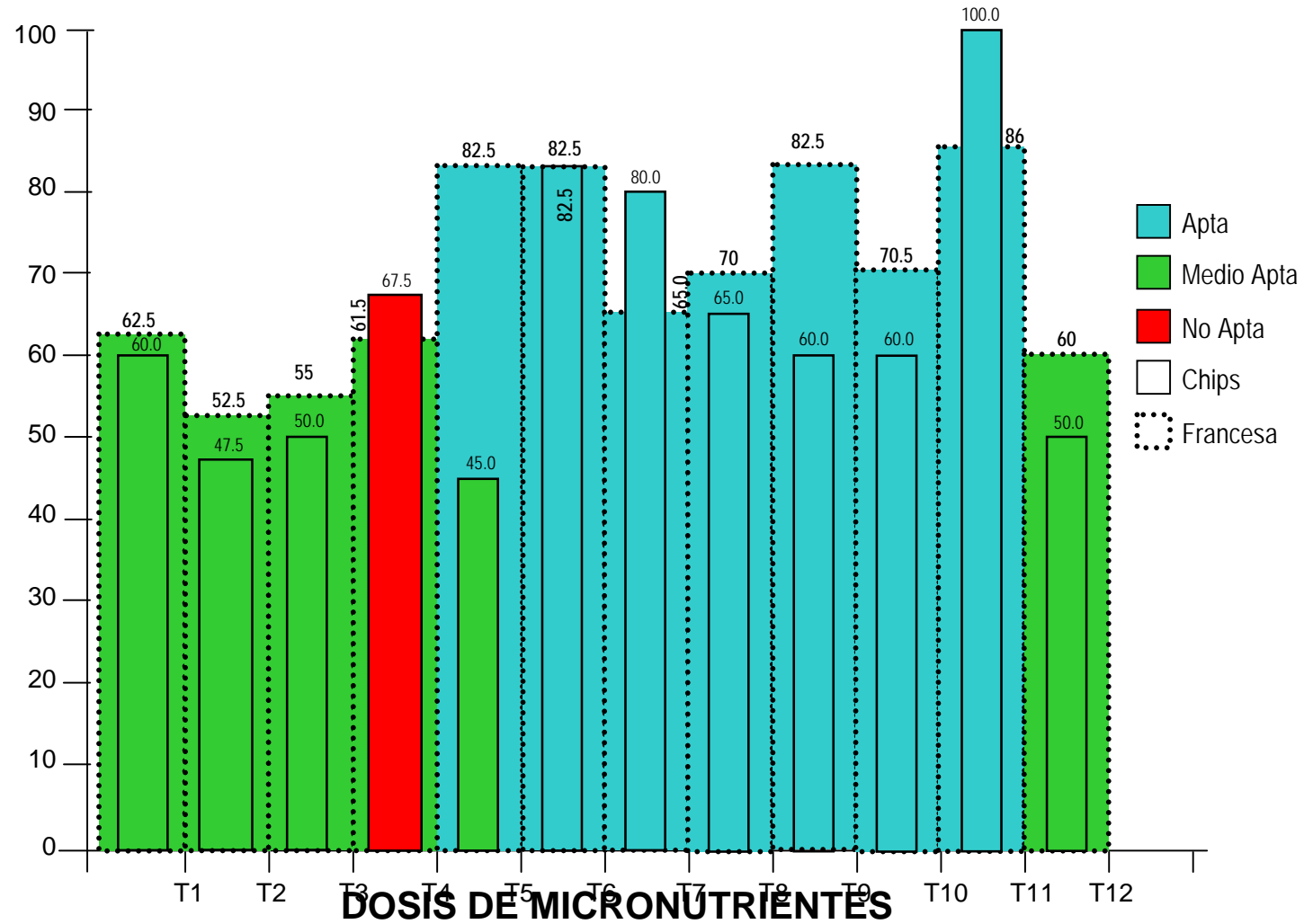


Figura 14 Porcentaje de hojuelas y tirillas quemadas de tubérculos de papa Variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicación de micronutrientes en el Municipio de Túquerres.

En la Figura 14, realizada para mostrar el contenido de azúcares, de acuerdo a su coloración en hojuelas y tirillas de papa, obtenida en el municipio de Túquerres se observó que con la aplicación de 1 kg/ha de molibdato de sodio más 6 kg/ha de sulfato de zinc, este tratamiento no es apto para obtener papas en hojuelas o "chips" pero si para papas a la francesa; los tratamientos t1, t2, t3 y t12 presentan coloración medio apta (0), según la tabla colorimétrica o con tonalidad medio dorada, y los tratamientos t6, t7, t8, t9, t10, t11 son considerados según la tabla colorimétrica medio aptas (0), para procesamiento industrial en sus dos categorías chips y papas a la francesa.

Excepto las papas obtenidas en el t4, éstas presentaron una coloración apta en la fritura.

Para el municipio de Guachucal todos los tratamientos presentaron muestras de hojuelas y tirillas con apta coloración (00), según la tabla colorimétrica, siendo aceptados para el procesamiento industrial tanto para papa chips y francesa (Figura 15), además el contenido de materia seca de los tubérculos fue superior 20%, lo cual

PORCENTAJE DE HOJUELAS Y TIRILLAS QUEMADAS

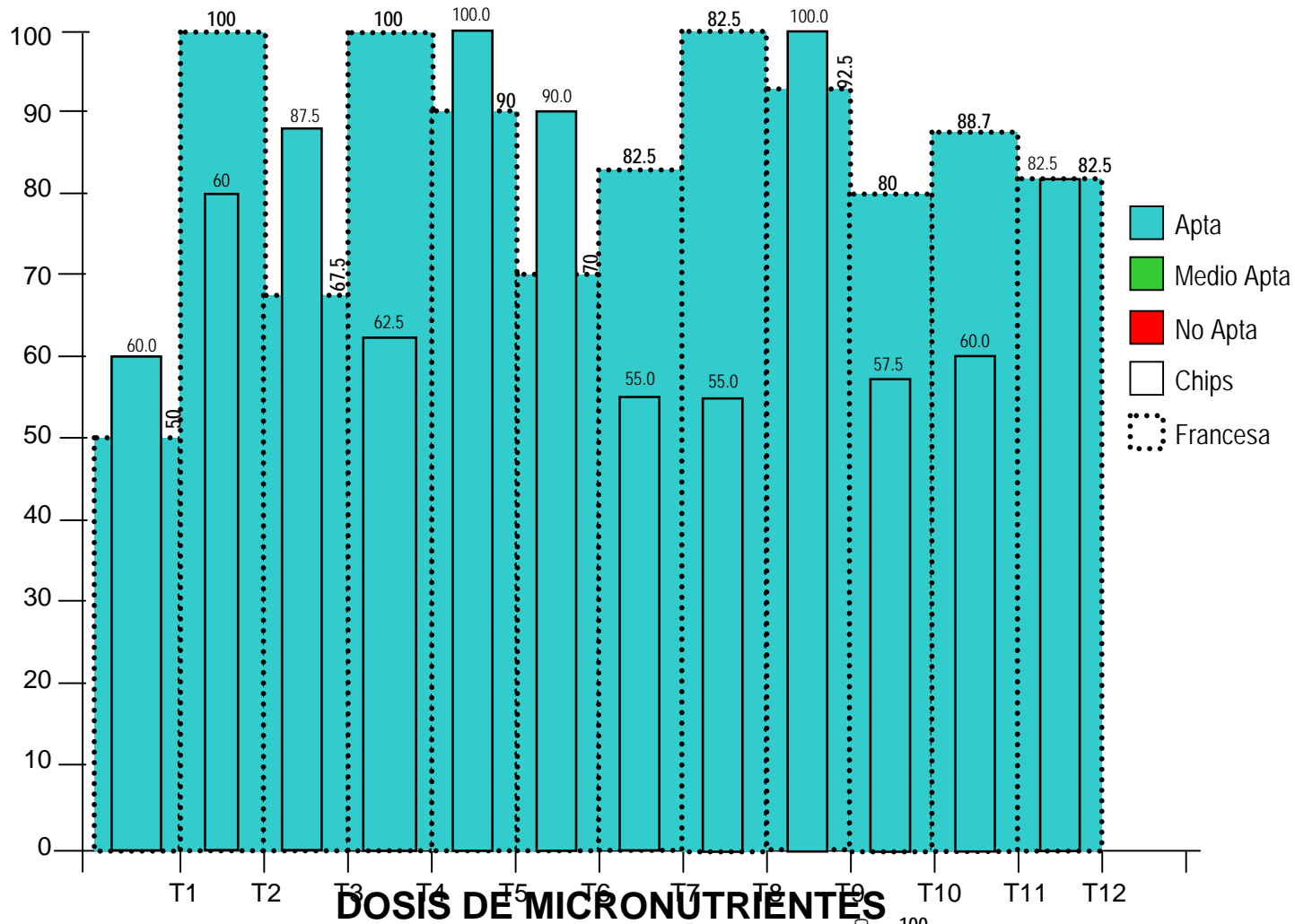
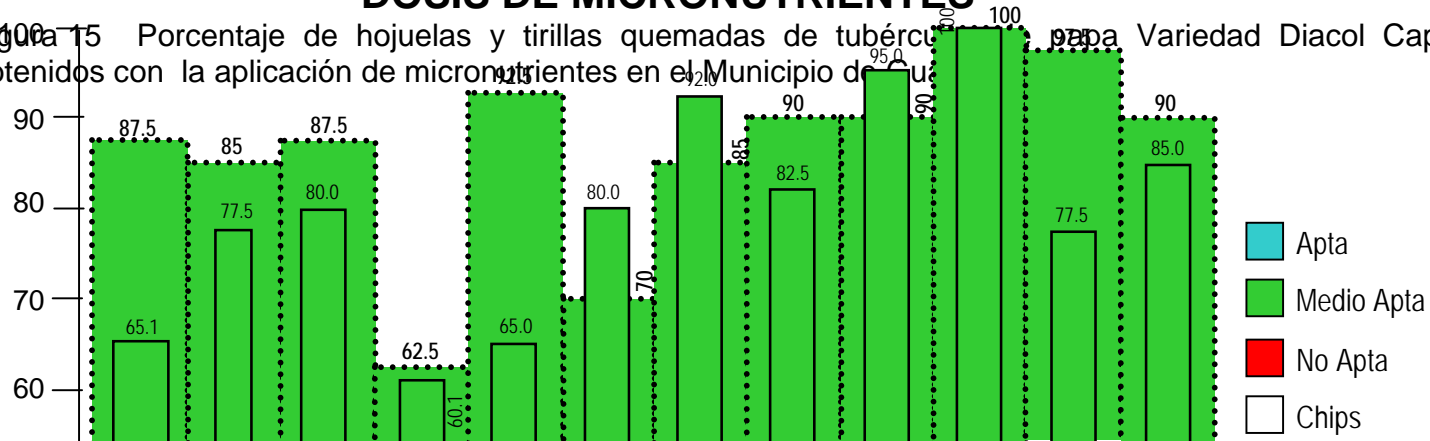
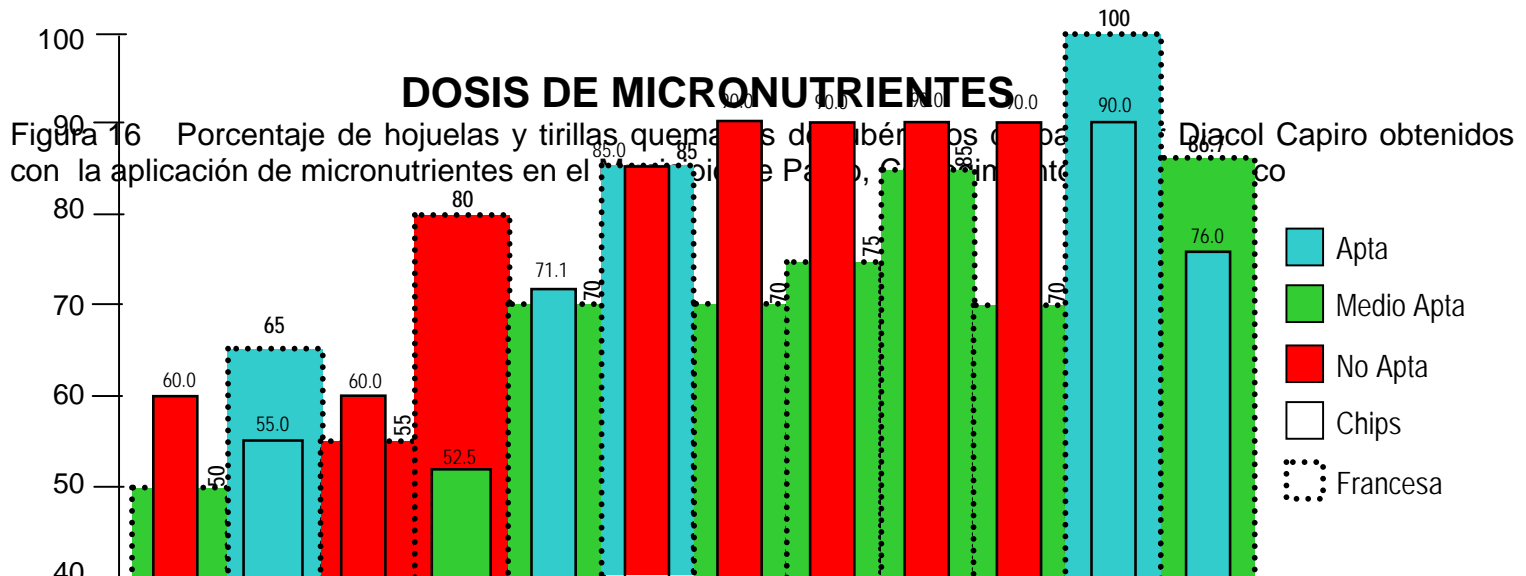


Figura 15. Porcentaje de hojuelas y tirillas quemadas de tubérculo de papa Variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicación de micronutrientes en el Municipio de Cuzco.

Y TIRILLAS QUEMADAS



JUELAS Y TIRILLAS QUEMADAS



DOSIS DE MICRONUTRIENTES

Figura 17 Porcentaje de hojuelas y tirillas quemadas de tubérculos de papa Variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicación de micronutrientes en el Municipio de Pasto, Corregimiento de El Encano.

implica que el consumo de aceite sea bajo, obteniéndose además un mayor peso del producto final.

En el municipio de Pasto, corregimiento de Catambuco, dio como resultado que las hojuelas y tirillas de papa obtenidas en los diferentes tratamientos son medio aptos (0) para procesamiento industrial (Figura 16), sin embargo habría que considerar el consumo de aceite, ya que en esta localidad, el porcentaje de materia seca de los tubérculos fue inferior al 20%, lo que no solamente incrementaría los costos de producción industrial, sino que también influye en el peso del producto terminado (Moreno, 2000, 47).

En el corregimiento de El Encano, se observó que los tubérculos obtenidos en los tratamientos t2, t5, t8, t9, t10, 11 y t12 son medio aptos para la industria de papa a la francesa y chips. Los tratamientos t1, t6 y t7 son medio aptos para procesamiento de la papa en tirilla pero no aptos para hojuelas. Contrario a los tubérculos obtenidos en el t4, el cual es medio apto para procesamiento de hojuelas, no así para papa a la francesa. Los tubérculos obtenidos en el t3 no son aptos para procesamiento industrial (Figura 17).

Los resultados obtenidos, parecen estar relacionados con la baja temperatura y nubosidad de la zona, que según Alvarado (1991, 24), inciden en el aumento del contenido de azúcares reductores e indirectamente baja la calidad industrial. No obstante se observa que estos efectos adversos del clima, fueron atenuados con las aplicaciones de boro, zinc y molibdeno o cuando estuvieron involucradas las aplicaciones de boro, en dosis de 2 kg/ha, ya que este elemento se relaciona con el metabolismo y translocación de carbohidratos y regula la degradación de la glucosa, la cual es responsable de la coloración marrón negruzca que se presenta en papas no aptas para la industria (Moreno, 2000, 47).

3.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

En la Tabla 2 se relacionan los niveles promedio del rendimiento en cada localidad, obtenido con diferentes dosis de boro, zinc y molibdeno, el rendimiento neto ajustado, el beneficio bruto de campo, los costos variables de oportunidad en que incurre el agricultor por concepto de insumos, semilla, mano de obra, costos de jornal, empaque, abono completo, microelementos y el beneficio neto.

Para el análisis se utilizó un precio promedio para papa tipo primera para industria de \$55.000,00 por 125 kg; para papa tipo segunda para industria \$50.000,00 por 125 kg y para papa tipo tercera, de \$ 16.000,00 por 125 kg (precios a noviembre de 1999 y marzo de 2000), el precio del fertilizante para abril y septiembre de 1999 fue de \$ 30.000,00 por bulto de 50 kg, el precio de la semilla certificada durante el mismo período fue de \$35.000,00 por bulto de 62,5 kg.

En las Figuras 18 a la 21, se presentan las curvas de beneficio neto para la zona de Túquerres, Guachucal, Corregimiento de El Encano y el Corregimiento de Catambuco, las cuales muestran la relación entre los costos variables de cada alternativa (dosis de boro, zinc y molibdeno) y los beneficios netos promedios obtenidos.

En la Tablas 3 a 6 correspondientes a Túquerres, Guachucal, El Encano y Catambuco, se observa el análisis de dominancia en el cual se indican las alternativas (dominadas) que tuvieron un costo igual o mayor que el subtratamiento (aplicación de micronutrientes), inmediatamente anterior, siendo no dominadas en el municipio de Túquerres los siguientes subtratamientos:

sólo fertilizante compuesto (t1); sólo molibdato de sodio (t2); sólo sulfato de zinc (t3); sulfato de zinc más molibdato de sodio (t4); sólo boro (1 kg/ha); boro (1 kg/ha) más molibdato de sodio; boro (1 kg/ha) más sulfato de zinc (t7); sólo boro (2 kg/ha) (t9); boro (2 kg/ha) más molibdato de sodio (t10) y boro (2 kg/ha) más sulfato de zinc.

En el municipio de Guachucal (vereda El Hospital) los subtratamientos no dominados (Tabla 4) se encontraron bajo la aplicación de: sólo fertilizante compuesto (t1); sólo sulfato de zinc (t3); boro (1 kg/ha) más sulfato de zinc (t7) y boro (2 kg/ha) más sulfato de zinc (t11).

En el corregimiento de El Encano (vereda Campo Alegre) los tratamientos no dominados (Tabla 5) corresponden a las aplicaciones de: sólo fertilizante compuesto (t1); sólo sulfato de zinc (t3); sólo boro (1 kg/ha) (t5); boro (1 kg/ha) más sulfato de zinc (t7); sólo boro (2 kg/ha) (t9); y boro (2 kg/ha) más sulfato de zinc (t11).

En el corregimiento de Catambuco (vereda Botanilla) los tratamientos no dominados (Tabla 6), fueron en los que se aplicó: fertilizante compuesto (t1); sólo molibdato de

sodio (t2); sólo sulfato de zinc (t3); sulfato de zinc más molibdato de sodio (t4); sólo boro (1 kg/ha) (t5); boro (1 kg/ha) más sulfato de zinc (t7) y boro (2 kg/ha) más sulfato de zinc (t11).

El análisis marginal (Tabla 7 a Tabla 10) realizado para dar una recomendación y conocer cuál es la mejor alternativa de fertilización con micronutrientes en cada una de las cuatro zonas estudiadas se efectuó con las alternativas no dominadas, cuyo propósito es la de mostrar la forma en que los beneficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida decrece. De estas alternativas variables, hay unas que retribuyen una tasa de retorno más grande que otras, pero por regla general, una tecnología no debe ser recomendada a menos que la tasa de ganancia sobre el capital sea mayor o igual al 40% para el ciclo del cultivo (Perrin et al., 1974).

En la Tabla 7 se observa que todas las alternativas evaluadas en el municipio de Túquerres (vereda La Jardinera) excepto el testigo (t1) presentaron una tasa de retorno marginal superior al 40%, sin embargo, si se puede utilizar la producción de papa para la industria.

En la tabla 8 se observa que cuando se aplicó 6 kg/ha de $ZnSO_4$ (t3); 1 kg/ha de boro más 6 kg/ha $ZnSO_4$ (t7) y 2 kg/ha de boro más 6 kg/ha de $ZnSO_4$ (t11), presentaron en el municipio de Guachucal (vereda El Hospital) una tasa de retorno marginal superior al 40%. Estos subtratamientos representarían una buena opción para los agricultores de la zona y para la industria, ya que según se manifestó anteriormente, los tubérculos presentaron un contenido de materia seca superior al 20% y una coloración muy buena en la fritura tanto para papas chips como a la francesa.

En el corregimiento de El Encano (vereda Campo Alegre) en la Tabla 9 se observó que el testigo (t1); y las aplicaciones de micronutrientes que correspondieron a las aplicaciones de: 6 kg/ha de $ZnSO_4$ (t3); 1 kg/ha de boro (t5); 2 kg/ha de boro (t9), 2 kg/ha de boro más 6 kg/ha de $ZnSO_4$ (t11), presentaron una tasa de retorno marginal superior al 40%. En esta zona habría que considerar que algunos de los subtratamientos no sirven para procesamiento industrial (t3) o que únicamente sirven para producción de papa a la francesa (t1).

En la Tabla 10 correspondiente a datos del Corregimiento de Catambuco (vereda Botanilla), se observó que las aplicaciones de: 1 kg/ha de MoO_4 (t2); 6 kg/ha de ZnSO_4 (t3); 1 kg/ha de boro (t5); 1 kg/ha de boro más 6 kg/ha de ZnSO_4 (t7); 2 kg/ha de boro más 6 kg/ha de ZnSO_4 (t11) y 6 kg/ha de ZnSO_4 (t4), presentaron una tasa de retorno marginal superior al 40%, Sin embargo se puede utilizar para la industria de papa a la francesa y hojuelas, teniendo en cuenta que el porcentaje de materia seca es inferior al 20%, lo cual incrementaría, como se mencionó anteriormente, los costos de procesamiento y la calidad de papa para obtener un peso determinado tanto para papa chips como a la francesa.

Tabla 2. Presupuesto parcial de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa *Solanum tuberosum* variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en los municipios de Pasto (corregimiento de Catambuco y corregimiento de El Encano), Túquerres y Guachucal (Nariño)

SUBTRATAMIENTO	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12
RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/ha												
Tipo primera												
Túquerres	4.72	7.25	6.90	8.17	10.24	13.23	8.74	13.00	9.66	12.77	11.96	12.31
Guachucal	4.00	5.21	4.87	5.21	4.17	6.08	5.73	6.26	5.56	5.56	6.78	5.74
El Encano	4.34	4.26	7.70	5.38	9.60	7.22	4.86	4.25	7.98	9.03	11.37	5.82
Catambuco	3.67	6.67	8.58	11.08	8.7	11.42	13.00	12.98	13.34	14.67	13.33	13.76
Tipo segunda												
Túquerres	4.72	6.90	5.87	7.71	9.55	9.89	8.17	11.39	11.50	12.54	12.31	12.31
Guachucal	4.00	7.12	8.17	9.04	8.69	7.99	9.21	7.82	5.74	5.56	9.38	6.25
El Encano	12.61	7.55	14.22	7.99	13.00	8.47	8.51	7.29	11.26	13.45	14.32	10.76
Catambuco	3.47	4.58	6.42	7.92	7.84	9.10	13.09	10.96	7.83	11.25	10.75	9.58
Tipo tercera												
Túquerres	4.83	3.80	5.06	4.83	4.83	4.14	3.68	4.37	4.37	4.49	4.83	4.60
Guachucal	5.39	5.73	3.30	3.82	3.13	3.48	4.35	5.04	4.06	4.00	4.34	3.54
El Encano	4.25	2.69	4.09	3.72	4.87	5.35	3.46	3.39	3.97	4.17	2.61	3.21
Catambuco	2.51	6.47	5.07	4.25	8.17	7.61	9.33	6.87	4.83	7.20	6.20	5.89
RENDIMIENTO AJUSTADO												
Tipo primera												
Túquerres (10%)	4.25	6.53	6.21	7.35	9.22	11.91	7.87	11.70	8.69	11.49	10.76	11.08
Guachucal(10%)	3.60	4.69	4.38	4.69	3.75	5.47	5.16	5.73	5.00	5.00	6.10	5.17
El Encano (10%)	3.91	3.83	6.93	4.84	8.64	6.50	4.37	3.83	7.18	8.13	10.23	5.24
Catambuco (10%)	3.30	6.00	7.72	9.97	7.88	10.28	11.70	11.68	12.01	13.20	12.00	12.38

Tabla 2. Presupuesto parcial de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa *Solanum tuberosum* variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en los municipios de Pasto (corregimiento de Catambuco y corregimiento de El Encano), Túquerres y Guachucal (Nariño). (Continuación)

SUBTRATAMIENTO RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/ha	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12
Tipo segunda												
Túquerres (10%)	4.25	6.21	5.28	6.94	8.60	8.90	7.35	10.25	10.35	11.29	11.08	11.08
Guachucal(10%)	3.60	6.41	7.35	8.14	7.82	7.19	8.29	7.04	5.17	5.00	8.44	5.63
El Encano (10%)	11.35	6.80	12.80	7.19	11.70	7.62	7.66	6.56	10.13	12.11	12.89	9.68
Catambuco (10%)	3.12	4.12	5.78	7.13	7.06	8.19	11.78	9.86	7.05	10.13	9.68	8.62
Tipo tercera												
Túquerres (10%)	4.35	3.42	4.55	4.35	4.35	3.73	3.31	3.93	3.93	4.04	4.35	4.14
Guachucal(10%)	4.85	5.16	2.97	3.44	2.82	3.13	3.92	4.54	3.65	3.60	3.91	3.19
El Encano (10%)	3.83	2.42	3.68	3.35	4.38	4.82	3.11	3.05	3.57	3.75	2.35	2.89
Catambuco (10%)	2.26	5.82	4.56	3.83	7.35	6.85	8.40	6.18	4.35	6.48	5.58	5.30
BENEFICIO BRUTO (Ton/ha)												
Tipo primera (\$440.000/Ton)												
Túquerres	1'870.000	2'783.200	2'732.400	3'234.000	4'056.800	5'240.400	3'462.800	5'148.000	3'823.600	5'055.600	4'734.400	4'875.200
Guachucal	1'584.000	2'063.600	1'927.200	2'063.600	1'650.000	2'406.800	2'270.400	2'521.200	2'200.000	2'200.000	2'684.000	2'274.800
El Encano	1'720.400	1'685.200	3'049.200	2'129.600	3'801.600	2'860.000	1'922.800	1'685.200	3'159.200	3'577.200	4'501.200	2'305.600
Catambuco	1'452.000	2'640.000	3'396.800	4'386.800	3'467.200	4'523.200	5'148.000	5'139.200	5'284.400	5'808.000	5'280.000	5'447.200
Tipo segunda (\$400.000/Ton)												
Túquerres	1'700.000	2'484.000	2'112.000	2'776.000	3'440.000	3'560.000	2'940.000	4'100.000	4'140.000	4'516.000	4'432.000	4'432.000
Guachucal	1'440.000	2'560.400	2'940.000	3'256.000	3'128.000	2'876.000	3'316.000	2'816.000	2'068.000	2'000.000	3'376.000	2'252.000
El Encano	4'540.000	2'720.000	5'120.000	2'876.000	4'680.000	3'048.000	3'064.000	2'624.000	4'052.000	4'844.000	5'156.000	3'872.000
Catambuco	1'248.000	1'648.000	2'312.000	2'852.000	2'824.000	3'276.000	4'712.000	3'944.000	2'820.000	4'052.000	3'872.000	3'448.000

Tabla 2. Presupuesto parcial de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en los municipios de Pasto (corregimiento de Catambuco y corregimiento de El Encano), Túquerres y Guachucal (Nariño). (Continuación)

SUBTRATAMIENTO	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12
RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/ha												
Fertilización micronutrientes (Borato 48, Sulfato de Zinc, Molibdato de sodio)												
Túquerres	0	65.000	21.600	86.600	24.000	89.000	45.600	110.600	48.000	113.000	69.600	134.600
Guachucal	0	65.000	21.600	86.600	24.000	89.000	45.600	110.600	48.000	113.000	69.600	134.600
El Encano	0	65.000	21.600	86.600	24.000	89.000	45.600	110.600	48.000	113.000	69.600	134.600
Catambuco	0	65.000	21.600	86.600	24.000	89.000	45.600	110.600	48.000	113.000	69.600	134.600
Gastos variables de oportunidad. Mano de obra (\$/jornal) para la aplicación de fertilizante, microelementos y cosecha												
Túquerres	275.000	325.000	320.000	350.000	395.000	425.000	37.000	440.000	405.000	455.000	445.000	450.000
Guachucal	280.000	360.000	335.000	360.000	335.000	355.000	375.000	375.000	325.000	325.000	395.000	330.000
El Encano	440.000	544.500	511.500	396.000	533.500	451.000	390.500	368.500	473.000	522.500	544.500	429.000
Catambuco	280.500	390.500	423.500	467.500	484.000	528.000	627.000	566.500	500.500	594.000	561.000	544.500

Tabla 2. Presupuesto parcial de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa *Solanum tuberosum* variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en los municipios de Pasto (corregimiento de Catambuco y corregimiento de El Encano), Túquerres y Guachucal (Nariño). (Continuación)

SUBTRATAMIENTO RENDIMIENTO PROMEDIO Ton/ha	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12
Empaque papa tipo 1 ^a y 2 ^a (\$550/empaque)												
Túquerres	74.800	113.782	101.200	125.950	157.300	183.150	134.200	193.050	167.750	200.750	192.500	195.250
Guachucal	63.360	97.680	103.400	113.300	102.300	111.650	118.800	112.750	89.650	88.000	128.150	95.150
El Encano	134.288	93.544	173.800	106.150	179.300	124.300	106.150	91.850	152.350	178.200	203.500	131.450
Catambuco	56.496	89.000	118.800	150.700	131.450	162.800	206.800	189.750	167.750	205.700	190.850	184.800
Empaque papa tipo 3 ^a (\$/empaque)												
Túquerres	42.000	33.000	43.800	42.000	42.000	36.000	31.800	37.800	37.800	39.000	42.000	40.200
Guachucal	34.800	49.800	28.800	33.600	27.600	30.00	37.800	43.800	35.400	34.800	37.800	31.200
El Encano	37.200	23.400	35.400	32.400	42.000	46.800	30.000	29.400	34.800	36.000	22.800	28.200
Catambuco	22.200	56.400	43.800	37.200	70.800	66.000	81.000	60.000	42.000	64.400	54.000	51.000
TOTAL BENEFICIO BRUTO (\$/Ha)												
Túquerres	4'126.800	5'794.960	5'246.800	6'566.800	8'053.600	9'277.840	6'826.480	9'751.040	8'466.640	10'088.720	9'723.200	9'837.120
Guachucal	3'644.800	5'288.080	5'247.360	5'759.920	5'138.960	5'683.440	6'088.160	5'918.320	4'735.200	4'660.800	6'560.480	4'935.120
El Encano	6'750.640	4'714.960	8'640.240	5'434.400	9'042.240	6'524.960	5'384.880	4'699.600	7'668.160	8'401.200	9'958.000	6'547.520
Catambuco	2'989.285	5'032.960	6'292.480	7'729.040	7'232.000	8'676.000	10'935.200	9'874.240	8'661.200	10'689.440	9'866.240	9'573.600

Tabla 3. Análisis de dominancia de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Túquerres (vereda La Jardinera)

Beneficio neto (\$/ha)	Subtratamiento	Total costos variables (\$/ha)
8'320.970	t10	1'765.750
8'057.070	t12	1'780.050 D
8'014.100	t11	1'709.100
8'009.590	t8	1'741.450 D
7'584.690	t6	1'693.150
6'848.090	t9	1'618.550
6'475.300	t5	1'578.300
5'279.880	t7	1'546.600
5'002.250	t4	1'564.550 D
4'298.088	t2	1'496.872
3'980.200	t3	1'446.600
2'775.000	t1	1'351.800

D: Subtratamientos dominados.

t1: Testigo

t2: 1 kg/ha de MoO₄

t3: 6 kg/ha de ZnSO₄

t4: 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg/ha de MoO₄

t5: 1 kg/ha de B

t6: 1 kg/ha de B + 1 kg de MoO₄

t7: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

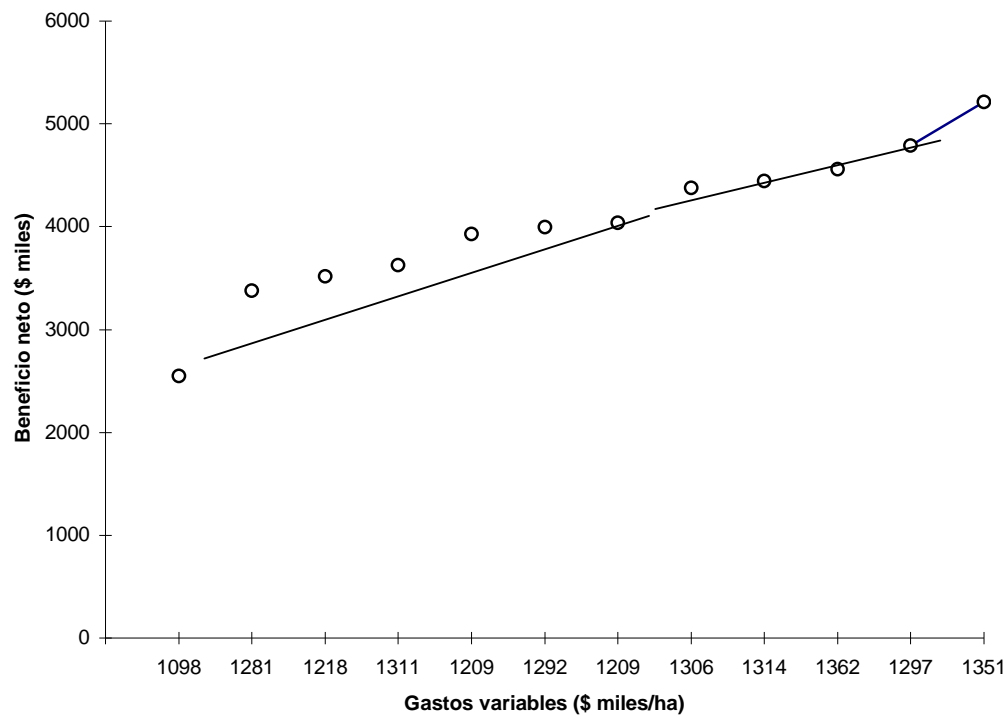
t8: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg de MoO₄

t9: 2 kg/ha de B

t10: 2 kg/ha de B + 1 kg/ha de MoO₄

t11: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

t12: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg/ha de MoO₄



- t1: testigo
- t2: 1 kg/ha MoO4
- t3: 6 kg/ha ZnSO4
- t4: 6 kg/ha ZnSO4 + 1 kg/ha MoO4
- t5: 1 kg/ha B
- t6: 1 kg/ha B + 1 kg/ha MoO4
- t7: 1 kg/ha B + 6 kg/ha ZnSO4
- t8: 1 kg/ha B + 6 kg/ha ZnSO4 + 1kg/ha MoO4; t9: 2 kg/ha B
- t10: 2 kg/ha B + 1 kg/ha MoO4

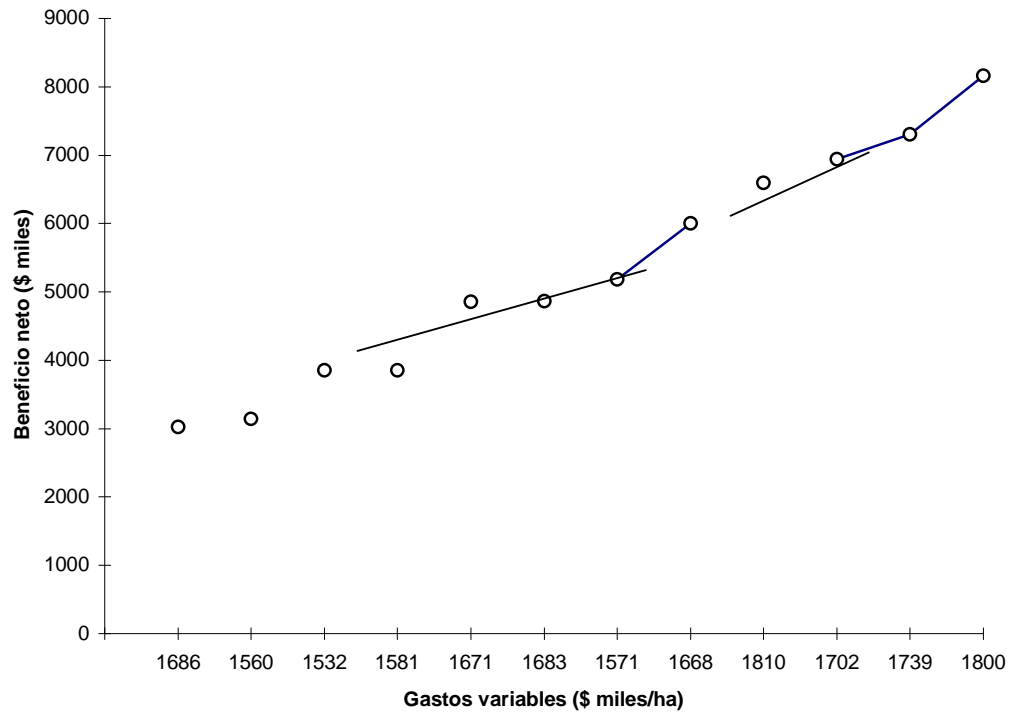
Figura 18 curva de beneficio neto de rendimiento de papa Solanum tuberosum L variedad Diacol con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Tùquerres (vereda La Jardinera)

Tabla 4. Análisis de dominancia de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Guachucal (vereda El Hospital)

Beneficio neto (\$/ha)	Subtratamiento	Total costos variables (\$/ha)
5'209.930	t11	1'350.550
4'790.960	t7	1'297.200
4'556.170	t8	1'362.150 D
4'446.420	t4	1'313.500 D
4'377.790	t6	1'305.650 D
4'038.560	t3	1'208.800
3'995.600	t2	1'292.480 D
3'930.060	t5	1'208.900 D
3'624.170	t12	1'310.950 D
3'517.150	t9	1'218.050 D
3'380.000	t10	1'280.800 D
2'546.640	t1	1'098.160

D: Subtratamientos dominados.

- t1: Testigo
- t2: 1 kg/ha de MoO₄
- t3: 6 kg/ha de ZnSO₄
- t4: 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg/ha de MoO₄
- t5: 1 kg/ha de B
- t6: 1kg/ha de B + 1 kg de MoO₄
- t7: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄
- t8: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg de MoO₄
- t9: 2 kg/ha de B
- t10: 2 kg/ha de B + 1 kg/ha de MoO₄
- t11: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄
- t12: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg/ha de MoO₄



- t1: testigo
- t2: 1 kg/ha MoO4
- t3: 6 kg/ha ZnSO4
- t4: 6 kg/ha ZnSO4 + 1kg/ha MoO4
- t5: 1 kg/ha B
- t6: 1 kg/ha B + 1 kg/ha MoO4
- t7: 1 kg/ha B + 6 kg/ha ZnSO4
- t8: 1 kg/ha B + 6 kg/ha ZnSO4 + 1kg/ha MoO4; t9: 2 kg/ha B
- t10: 2 kg/ha B + 1 kg/ha MoO4

Figura 20 Curva de beneficio neto de rendimiento de papa *Solanum tuberosum* L variedad Diacol Capiro con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Pasto, corregimiento de El Encano (vereda Campo Alegre)

Tabla 5. Análisis de dominancia de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Pasto, corregimiento El Encano (vereda Campo Alegre)

Beneficio neto (\$/ha)	Subtratamiento	Total costos variables (\$/ha)
8'157.600	t11	1'800.400
7'303.440	t5	1'738.800
6'937.940	t3	1'702.300
6'591.500	t10	1'809.700 D
6'000.010	t9	1'668.150
5'179.152	t1	1'571.488
4'864.270	t12	1'683.250 D
4'853.860	t6	1'671.100 D
3'853.250	t4	1'581.150 D
3'852.630	t7	1'532.250
3'139.250	t8	1'560.350 D
3'028.516	t2	1'686.444 D

D: Subtratamientos dominados.

t1: Testigo

t2: 1 kg/ha de MoO₄

t3: 6 kg/ha de ZnSO₄

t4: 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg/ha de MoO₄

t5: 1 kg/ha de B

t6: 1kg/ha de B + 1 kg de MoO₄

t7: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

t8: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg de MoO₄

t9: 2 kg/ha de B

t10: 2 kg/ha de B + 1 kg/ha de MoO₄

t11: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

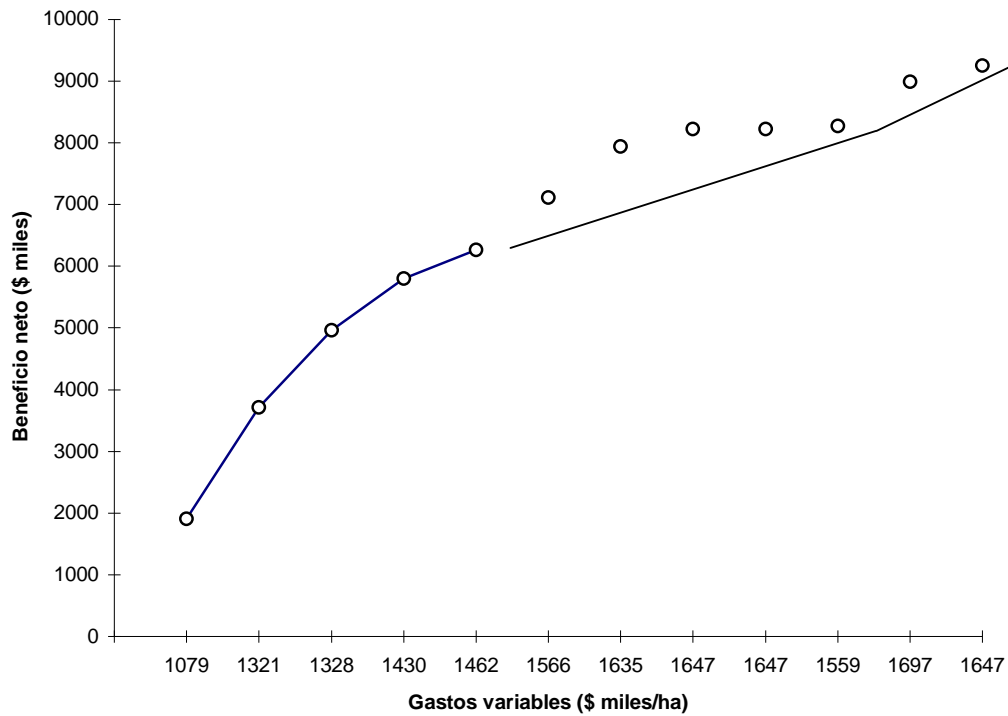
t12: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg/ha de MoO₄

Tabla 6. análisis de dominancia de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa *Solanum tuberosum* variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Pasto, corregimiento de Catambuco (vereda Botanilla)

Beneficio neto (\$/ha)	Subtratamiento	Total costos variables (\$/ha)
9'254.800	t7	1'646.850
8'992.340	t10	1'697.100 D
8'270.790	t11	1'559.450
8'227.390	t8	1'646.850 D
8'227.390	t9	1'646.850 D
7'938.700	t12	1'634.900 D
7'110.200	t6	1'565.800 D
6'267.040	t4	1'462.000
5'801.750	t5	1'430.250
4'964.780	t3	1'327.700
3'712.060	t2	1'320.900
1'910.089	t1	1'079.196

D: Subtratamientos dominados.

- t1: Testigo
- t2: 1 kg/ha de MoO₄
- t3: 6 kg/ha de ZnSO₄
- t4: 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg/ha de MoO₄
- t5: 1 kg/ha de B
- t6: 1kg/ha de B + 1 kg de MoO₄
- t7: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄
- t8: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg de MoO₄
- t9: 2 kg/ha de B
- t10: 2 kg/ha de B + 1 kg/ha de MoO₄
- t11: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄
- t12: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄ + 1 kg/ha de MoO₄



- t1: testigo
- t2: 1 kg/ha MoO4
- t3: 6 kg/ha ZnSO4
- t4: 6 kg/ha ZnSO4 + 1kg/ha MoO4
- t5: 1 kg/ha B
- t6: 1 kg/ha B + 1 kg/ha MoO4
- t7: 1 kg/ha B + 6 kg/ha ZnSO4
- t8: 1 kg/ha B + 6 kg/ha ZnSO4 + 1kg/ha MoO4; t9: 2 kg/ha B
- t10: 2 kg/ha B + 1 kg/ha

Figura 21 Curva de beneficio neto de rendimiento de papa *Solanum tuberosum* L variedad Diacol Capiro con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Pasto, corregimiento de Catambuco (vereda Botanilla)

Tabla 7. Análisis marginal de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Túquerres (vereda La Jardinera)

Subt (t)	Beneficio neto (\$/ha)	Costos variables (\$/ha)	En beneficio neto	En costos variables	Tasa de retorno marginal
10	8'320.970	1'765.750	306.870	56.650	541.,69
11	8'014.100	1'709.100	429.410	15.950	2.692,23
6	7'584.690	1'693.150	736.600	74.600	987,40
9	6'848.090	1'618.550	372.790	40.250	926,19
5	6'475.300	1'578.300	1'195.420	31.700	3.771,04
7	5'279.800	1'546.600	981.800	49.728	1.974,34
2	4'298.080	1'496.872	317.880	50.272	632,32
3	3'980.200	1'446.600	1'205.200	94.800	1.271,31
1	2'775.000	1'351.800	0	0	0

t1: Testigo

t2: 1 kg/ha de MoO₄

t3: 6 kg/ha de ZnSO₄

t5: 1 kg/ha de B

t6: 1kg/ha de B + 1 kg de MoO₄

t7: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

t9: 2 kg/ha de B; t10: 2 kg/ha de B + 1 kg/ha de MoO₄

t11: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

Tabla 8. Análisis marginal de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Guachucal (vereda El Hospital)

Subt (t)	Beneficio neto (\$/ha)	Costos variables (\$/ha)	En beneficio neto	En costos variables	Tasa de retorno marginal
11	5'209.930	1'350.550	418.970	53.350	785,32
7	4'790.960	1'297.200	752.400	88.400	851,13
3	4'038.560	1'208.800	1'491.920	110.640	1.348,45
1	2'546.640	1'098.160	0	0	0

t1: Testigo

t3: 6 kg/ha de ZnSO₄

t7: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

t11: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

Tabla 9. Análisis marginal de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el corregimiento de El Encano (vereda Campo Alegre)

Subt (t)	Beneficio neto (\$/ha)	Costos variables (\$/ha)	En beneficio neto	En costos variables	Tasa de retorno marginal
11	8'157.600	1'800.400	854.160	61.600	1.386,62
5	7'303.440	1'738.800	365.500	36.500	1.001,37
3	6'937.940	1'702.300	937.930	34.150	2.746,50
9	6'000.010	1'668.150	820.858	96.662	849,20
1	5'179.152	1'571.488	1'326.522	39.238	3.380,71
7	3'852.630	1'532.250	0	0	0

t1: Testigo

t3: 6 kg/ha de ZnSO₄

t5: 1 kg/ha de B; t7: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

t9: 2 kg/ha de B

t11: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

Tabla 10. Análisis marginal de los datos obtenidos al evaluar los rendimientos de papa Solanum tuberosum variedad Diacol Capiro, con la aplicación de micronutrientes en el corregimiento de Catambuco (vereda Botanilla)

Subt (t)	Beneficio neto (\$/ha)	Costos variables (\$/ha)	En beneficio neto	En costos variables	Tasa de retorno marginal
7	9'254.800	1'646.850	984.010	87.400	125,87
11	8'270.790	1'559.450	200.750	97.450	2.050,18
4	6'267.040	1'462.000	465.290	31.750	1.465,48
5	5'801.750	1'430.250	836.970	102.550	816,16
3	4'964.780	1'327.700	1'252.720	6.800	18.422,35
2	3'712.060	1'320.900	1'801.971	241.704	745,53
1	1'910.089	1'079.196	0	0	0

t1: Testigo

t2: 1 kg/ha de MoO₄

t3: 6 kg/ha de ZnSO₄

t5: 1 kg/ha de B

t7: 1 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

t11: 2 kg/ha de B + 6 kg/ha de ZnSO₄

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

4.1.1 El mayor rendimiento de papa tipo primera se obtuvo en Catambuco (10,94 t/ha) y Túquerres (9,91 t/ha), respecto al obtenido en El Encano (6,82 t/ha) y Guachucal (5,43 t/ha).

4.1.2 El rendimiento de papa tipo primera se incrementa respecto al testigo (4,18 t/ha), cuando se aplicó 1 ó 2 kg/ha de boro o en combinación con zinc y/o molibdeno, obteniendo un rendimiento que fluctuó entre 8,19 t/ha y 10,86 t/ha.

4.1.3 El mayor rendimiento de papa tipo segunda se obtuvo en El Encano (10,79 t/ha), el cual fue superior al obtenido en Guachucal (7,41 t/ha) y Catambuco (8,56 t/ha); de igual manera el rendimiento que se logró en Túquerres (9,40 t/ha) fue mayor al que se obtuvo en Guachucal.

4.1.4 Se obtuvo mayor rendimiento de papa tipo segunda (11,69 t/ha) cuando se aplicó 2 kg/ha de boro y 6 kg/ha de sulfato de zinc (t11) respecto al testigo (solo fertilizante compuesto) y al tratamiento con 1 kg/ha de molibdato de sodio, los cuales presentaron un rendimiento de 6,20 y 6,54 t/ha respectivamente.

4.1.5 La menor cantidad de papa tipo tercera se obtuvo en El Encano, con un rendimiento de 3,81 t/ha respecto a Catambuco con mayor rendimiento 6,21 t/ha.

4.1.6 En Túquerres todos los tratamientos superaron el 20% de materia seca en los tubérculos, excepto cuando se aplicó molibdato de sodio y/o se combinó con sulfato de zinc y 2 kg/ha de boro, donde el porcentaje de materia seca de los tubérculos osciló entre 19,63 y 19,89%.

4.1.7 El contenido de materia seca de los tubérculos obtenidos en Guachucal y El Encano, presentaron un porcentaje mayor al 20% al exigido por la industria.

4.1.8 En el corregimiento de Catambuco, no se presentaron diferencias en el contenido de materia seca con la aplicación de boro, zinc y molibdeno, sin embargo

los valores de materia seca fueron inferiores al 20% exigido por la industria procesadora.

4.1.9 En el municipio de Túquerres con todos los tratamientos se obtuvo hojuelas y tirillas con más del 45% de la muestra con coloración apta y medio apta para procesamiento de papa chips y papa a la francesa, excepto cuando se aplicó 1 kg/ha de molibdato de sodio más 6 kg/ha de sulfato de zinc.

4.1.10 En el municipio de Guachucal, con todos los tratamientos se obtuvo hojuelas y tirillas con más del 50% de la muestra con coloración apta para procesamiento de papa chips y papa a la francesa.

4.1.11 En Catambuco más del 60% de la muestra de papa evaluada para papa chips y papa a la francesa presenta una coloración medio apta para procesamiento industrial.

4.1.12 En el corregimiento de El Encano, cuando se aplicó de 1 o 2 kg/ha de boro combinados con molibdato de sodio y/o sulfato de zinc, se obtuvo más del 55% de hojuelas y tirillas con una coloración de apta y medio apta para procesamiento industrial.

Por otra parte cuando se aplicó 1 kg/ha de boro combinado con molibdato de sodio y/o sulfato de zinc, o 2 kg/ha de boro solo o combinado con molibdato de sodio, más del 70% de la muestra evaluada es medio apta sólo para procesamiento de papa a la francesa, no así al aplicar molibdato de sodio y sulfato de zinc el 52,5% de la muestra evaluada fue medio apta para el procesamiento de papa chips.

4.1.13 De acuerdo al análisis económico en el municipio de Túquerres (vereda La Jardinera), todas las alternativas propuestas excepto el testigo (t1) presentaron una tasa de retorno marginal superior al 40%.

4.1.14 En el municipio de Guachucal (vereda El Hospital) al realizar el análisis económico, se obtuvo una tasa de retorno superior al 40% si se aplica 1 kg/ha o 2 kg/ha de boro y 6 kg/ha de sulfato de zinc solos o combinados.

4.1.15 En el corregimiento de El Encano (vereda Campo Alegre) al realizar el análisis económico se obtuvo una tasa de retorno superior al 40% si se aplica 1 kg/ha o 2 kg/ha de boro y 6 kg/ha de sulfato de zinc solos o combinados.

4.1.16 En el corregimiento de Catambuco, vereda Botanilla, al realizar el análisis económico se obtuvo una tasa de retorno superior al 40% si se aplica 1 kg/ha de molibdato de sodio solo o combinado con 6 kg/ha de sulfato de zinc; 1 kg/ha de boro solo o combinado con 6 kg/ha de sulfato de zinc y 2 kg/ha de boro más 6 kg/ha de sulfato de zinc.

4.2 RECOMENDACIONES

4.2.1 Evaluar la influencia de los micronutrientes en la calidad de papa industrial, en otras variedades y con diferentes sistemas de cultivo.

4.2.2 Estudiar la influencia de la aplicación fraccionada de micronutrientes para determinar como se ven afectadas las características de la papa para procesamiento industrial.

4.2.3 Evaluar la aplicación de diferentes fuentes y dosis de micronutrientes en las diferentes zonas productoras de papa.

4.2.4 Determinar la influencia de las aspersiones foliares con micronutrientes sobre la calidad de la papa para procesamiento industrial.

BIBLIOGRAFÍA

ALARCÓN, Néstor. Efecto de el potasio en la calidad de la papa para la industria. En: revista Papas colombianas 2000: Ventana al campo andino vol. 3 N°1-2 (2000); p. 78-84.

ALVARADO, Luis Felipe. Creamiento del cultivo de la papa. Segundo curso, Manejo sanitario del cultivo de la papa. Memorias Ipiales. Noviembre 1998. p. 17-25

ALVARADO, Luis. Factores que afectan la calidad de la papa para procesamiento. En: VII curso de actualización sobre el cultivo de papa. Alvarado, Luis. Pasto, Colombia: Fedepapa-ICA, 1991. p. 244

ANAYA, María. Nutrición de los frutales caducifolios y fundamentos técnicos para su fertilización. En: Fertilización de cultivos en clima frío. Guerrero, Ricardo. Bogotá: Monómeros Colombo-Venezolanos, 1998. p. 281-283.

BARRERA, Luis. Los micronutrientes en el cultivo de la papa, con énfasis en Cundinamarca, Boyacá. En: Fertilización de cultivos de clima frío. Guerrero, Ricardo. Bogotá: Monómeros Colombo-Venezolanos, 1998. p. 425

BARRERA, Luis. El boro: Un micronutriente importante en el cultivo de la papa en suelos de Cundinamarca y Boyacá. En: Papas colombianas: vol 9 N° 1 (1993); p. 19-28.

BELTRÁN, Víctor y PAZMIÑO, Carlos. Respuesta de la papa *Solanum tuberosum L* a la fertilización con elementos menores: B, Cu, Mo, Zn; en suelo de José María Hernández, municipio de Pupiales, Nariño. Pasto, 1991; 123 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

CASTRO, Hugo y GUIO, Víctor. Significado de la fertilización potásica en el rendimiento y calidad industrial del cultivo de la papa *Solanum tuberosum L*. En: Fertilización de cultivos de clima frío. Guerrero, Ricardo. Bogotá: Monómeros Colombo-Venezolanos, 1998. p. 133-152.

CLAVIJO, José. Metabolismo de los nutrientes en plantas.
En: Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control.
Silva Mojica, Francisco. Bogotá: SCCS, 1994. p. 13-28.

FUERTES, Sonia. Respuesta del pasto Aubade *Lolium sp* a la aplicación de boro, cobre, zinc en el suelo del altiplano de Túquerres, Nariño. Pasto, 1994. 141 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

GARCÍA, Bernardo y PANTOJA, Carlos. Fertilización del cultivo de papa en el departamento de Nariño. En: Fertilización de cultivos de clima frío. Guerrero Ricardo. Bogotá: Monómeros Colombo-Venezolanos, 1998. p. 23-40.

GARCÍA, Bernardo y VIVEROS, Miguel. Disponibilidad de elementos menores en suelos de clima frío en Nariño. En: Revista de Ciencias Agrícolas, vol. 12 N° 1 (1993); p. 32-40.

GUARDIOLA, J. y GARCÍA, A. Fisiología vegetal. Nutrición y transporte. Madrid: Síntesis, 1990. 440 p.

LÓPEZ, Y. Funciones e interacciones de los elementos menores en plantas y suelos. En: Seminario Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura. Palmira: SCCS, 1998. p. 1-13.

LUJÁN, Lauro. Morfología, estructura y fisiología de la planta de la papa, En: VII curso de actualización sobre el cultivo de la papa. Alvarado, Luis. Pasto, Colombia, Fedepapa ICA, 1991. 244 p.

MONTALDO, Alvaro. Cultivo y mejoramiento de la papa. San José de Costa Rica, IICA, 1984. 676 p.

MORENO, José. Corpoica calidad de la papa para usos industriales: En: Papas colombianas 2000. Ventana al campo andino. vol. 3 N°1-2: (2000); p. 44-47.

MUÑOZ, Rodrigo. Fertilización de la papa en Antioquia. En: Fertilización de cultivo en clima frío. Guerrero Ricardo. Bogotá: Monómeros Colombo-Venezolanos, 1998. p. 43-61.

PANTOJA Carlos y GARCÍA, Bernardo. Fertilización del cultivo de trigo en el departamento de Nariño. En:

Fertilización de cultivos de clima frío. Guerrero, Ricardo. Bogotá: Monómeros Colombo-Venezolanos, 1998. p. 157-176.

PERRIN, R.; WINKELMAN, D; MOSCARDI, E. y ANDERSON, J. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México: CYMMYT, 1976. 54 P.

PINEDA, Ramón. Perspectivas para el desarrollo industrial del cultivo de la papa en Colombia. En: Revista papa. Fedepapa. N° 13 (1993); p. 4-13.

RHUE, R.D. Efect of K fertilización no yield an leaf nutrient concetration of potatoes grown a sand soil. En: American Potato Jornal. vol. 3. (1986); p. 665-681.

SOWOKNOS, J.R. et al. Influence of potato storage and handling strees on sugar, chips quality and integrity of the starch (Amloplast) membrane. En: American Potato Jornal, vol. 64 (1987).

VIVEROS, Miguel Angel. Manual de laboratorio de suelos.
Universidad de Nariño. Pasto, Colombia: 1980, 108 p.
Facultad de Ciencias Agrarias.

Tabla 1. Análisis de varianza para rendimiento de papa tipo primera obtenidos con la aplicación de micronutrientes en la variedad Diacol Capiro

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Bloques	3	19,76	6,59	0,30	31,45
Localidades	3	958,74	319,58	**	5% 3,86
				14,57	1% 6,99
Error (a)	9	197,35	21,93		
Parc - princ	15	1176,85			
Dosis de micronutrientes	11	653,27	59,39	**	5% 1,896
				5,60	1% 2,424
Interacción	33	461,70	13,99	NS	5% 1,692
				1,32	1% 2,092
Error (b)	56	594,24	10,61		
Total	191	2886,06			

NS No significativo

** Altamente significativo

Cuadro 1. Comparacion de rendimiento papa variedad Diacol Capiro tipo primera obtenida en diferentes localidades. Prueba de Tukey

	LOCALIDADES			
	Guachucal	El Encano	Túquerres	Catambuco
	5,43	6,82	9,91	10,94
Catambuco	**	**	NS	NS
10,94	5,51	4,12	1,03	0
Túquerres	**	*	NS	
9,41	4,48	3,09	0	
El Encano	NS	NS		
6,82	1,39	0		
Guachucal	NS			
5,43	0			

** Altamente significativo $q = 4,03$

* Significativo al 5% $q = 2,99$

NS No significativo

Tabla 2. Análisis de varianza de rendimiento de papa variedad Diacol Capiro tipo segunda

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Bloques	3	18,42	6,14		
Localidades	3	290,49	96,83	**	5% 386
				17,70	1% 6,99
Error (a)	9	49,24	5,47		
Parc - princ	15	358,15			
Dosis de micronutrientes	11	426,47	38,77	**	5% 1,896
				2,39	1% 2,424
Interacción	33	695,55	21,08	NS	5% 1,692
				1,30	1% 2,093
Error (b)	56	906,73	16,19		
Total	191	2386,90			

NS No significativo

** Altamente Significativo

Tabla 3. Análisis de varianza para rendimiento de papa variedad Diacol Capiro tipo tercera

F de V	GL	SC	CM	FC	FT
Bloques	3	7,84	2,61		
Localidades	3	162,14	54,05	*	5% 3,86
				4,36	1% 6,99
Error (a)	9	111,60	12,40		
Parc - princ	15	281,58			
Dosis de micronutrientes	11	28,67	2,61	NS	5% 1,896
				0,34	1% 2,424
Interacción	33	187,26	5,67	NS	5% 1,692
				0,73	1% 2,093
Error (b)	56	432,67	7,73		
Total	191	930,18			

* Significativo al 5%
NS No significativo

Cuadro 5. Comparación de rendimientos de papa variedad Diacol Capiro tipo tercera obtenidos en diferentes localidades. Prueba de Tukey

	Localidades			
	El Encano 3,81	Guachucal 4,18	Túquerres 4,49	Catambuco 6,21
Catambuco 6,21	*	NS	NS	
Túquerres 4,49	2,40	2,03	1,72	
Guachucal 4,18	NS	NS		
El Encano 3,81	0,68	0,31		
	NS	0,37		

** Altamente significativo $q = 3,03$

* Significativo al 5% $q = 2,25$

NS No significativo

Tabla 4. Análisis de varianza para porcentajes de materia seca obtenida de los tubérculos de papa variedad Diacol Capiro con la aplicación de micronutrientes

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Bloques	3	3,26	0,67		
Localidades	3	384,93	128,31	**	5% 3,86
				117,72	1% 6,99
Error (a)	9	9,83	1,09		
Parc - princ	15	398,02			
Dosis de micronutrientes	11	3,81	0,35	**	5% 1,896
				7,00	1% 2,424
Interacción	33	9,77	0,30	**	5% 1,692
				6,00	1% 2,093
Error (b)	56	2,60	0,05		
Total	191	414,20			

** Altamente significativo

Tabla 5. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Túquerres

F de V	GL	SC	CM	FC	FT
Bloques	3	6,65	2,22	**	5% 2,84
Micronutrientes	11	2,97	0,27	10,57	1% 4,31
Error	33	6,77	0,21	NS	5% 2,04
Total	47	16,39		1,29	1% 2,73

** Altamente significativo

NS No significativo

Tabla 6. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicación de micronutrientes en el municipio de Guachucal

F de V	GL	SC	CM	FC	FT
Bloques	3	2,75	0,92	**	5% 2,84
Micronutrientes	11	1,52	0,14	14,68	1% 4,31
Error	33	2,06	0,06	*	5% 2,04
Total	47	6,33		2,21	1% 2,73

** Altamente significativo

* Significativo al 5%

Tabla 7. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicación de micronutrientes en el coregimiento de El Encano

F de V	GL	SC	CM	FC	FT
Bloques	3	1,95	0,65	NS	5% 2,84
Localidades	11	7,34	0,67	1,25	1% 4,31
Error	33	17,15	0,52	NS	5% 2,04
Total	47	26,44		1,28	1% 2,73

NS No significativo

Tabla 8. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en tubérculos de papa variedad Diacol Capiro obtenidos con la aplicación de micronutrientes en el corregimiento de Catambuco

F de V	GL	SC	CM	FC	FT
Bloques	3	1,75	0,58	**	5% 2,84
Tratamiento	11	1,76	0,16	5,36	1% 4,31
Error	33	3,59	0,11	NS	5% 2,04
Total	47	7,10		1,47	1% 2,73

** Altamente significativo

NS No significativo

APÉNDICE