

**“APLICACIÓN FOLIAR DE TRES DOSIS DE CALCIO Y TRES
DOSIS DE BORO EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria X
ananassa. Duch*) CULTIVAR OSO GRANDE, BAJO CUBIERTA”**

ALEXANDRA GEOVANNA ACOSTA MAZA

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERA AGRÓNOMA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



AMBATO - ECUADOR

2013

La suscrita ALEXANDRA GEOVANNA ACOSTA MAZA, portadora de cédula de identidad número: 0103044061, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado “APLICACIÓN FOLIAR DE TRES DOSIS DE CALCIO Y TRES DOSIS DE BORO EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria X ananassa. Duch*) CULTIVAR OSO GRANDE, BAJO CUBIERTA” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

ALEXANDRA G. ACOSTA M.

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

ALEXANDRA G. ACOSTA M.

Fecha:

“APLICACIÓN FOLIAR DE TRES DOSIS DE CALCIO Y TRES DOSIS DE BORO EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria X ananassa. Duch*) CULTIVAR OSO GRANDE, BAJO CUBIERTA”

REVISADO POR:

Ing. Agr. Mg. Fidel Rodríguez A.
TUTOR

Ing. Agr. M.Sc. Jorge Fabara.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

Ing. Agr. M.Sc. Julio Benítez R.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Mg. Octavio Beltrán V.

Ing. Agr. Mg. Eduardo Cruz T.

DEDICATORIA

A Dios, Quien está presente y me guía todos los días de mi vida.

A mis queridos Padres: María y Nazario, quienes con esfuerzo, dedicación y sabios consejos me han guiado durante toda mi vida y carrera estudiantil.

A mis hermanos por brindarme su apoyo y ánimo incondicional

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Agronómica y profesores por haberme impartido sus valiosos conocimientos y sabios consejos, en bien de mi formación para ser una buena profesional.

Mi agradecimiento sincero al Ing. Agr. Mg. Fidel Rodríguez. A. por su tiempo, conocimientos, consejos y ayuda ilimitada en todo el transcurso de la realización de esta investigación.

Al Ing. Agr. M.Sc. Jorge Fabara G. por su ayuda técnica e incondicional en la realización de esta investigación.

Al Ing. Agr. M.g. Eduardo Cruz T. por sus sugerencias acertadas especialmente en la presentación y redacción técnica de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO 1	01
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	01
1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA	01
1.3. JUSTIFICACIÓN	02
1.4. OBJETIVOS	02
1.4.1. Objetivo general	02
1.4.2. Objetivos específicos	03
CAPÍTULO 2	04
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	04
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	04
2.2. MARCO CONCEPTUAL	04
2.2.1. El cultivo de fresa	04
2.2.1.1. Generalidades	04
2.2.1.2. Requerimientos del cultivo	06
2.2.1.3. Composición química y nutricional	08
2.2.1.4. Manejo del cultivo	09
2.2.2. Fertilización foliar	14
2.2.2.1. Generalidades	14
2.2.2.2. Funciones del calcio en la planta	15
2.2.2.3. Funciones del boro en la planta	16
2.2.3. Productos	18
2.2.3.1. Back-boro	18
2.2.3.2. Carboxy Ca	18
2.3. HIPÓTESIS	18
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	18
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	19
CAPÍTULO 3	20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO	20
3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	20

	Pág.
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	21
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	21
3.6. TRATAMIENTOS	22
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	22
3.8. DATOS TOMADOS	23
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	25
CAPÍTULO 4	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.1. Número de flores por planta	28
4.1.2. Número de frutos cuajados por planta	29
4.1.3. Diámetro ecuatorial del fruto	29
4.1.4. Diámetro polar del fruto	30
4.1.5. Peso de fruto	32
4.1.6. Rendimiento	32
4.1.7. Número de frutos de primera categoría	34
4.1.8. Número de frutos de segunda categoría	34
4.1.9. Número de frutos de tercera categoría	35
4.1.10. Número de frutos deformes	35
4.1.11. Firmeza del fruto	42
4.1.12. Sólidos solubles	52
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN	63
4.3. DISCUSIÓN	66
4.4. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	68
CAPÍTULO 5	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1. CONCLUSIONES	69
5.2. RECOMENDACIONES	70
CAPÍTULO 6	71
PROPUESTA	71
6.1. TÍTULO	71
6.2. FUNDAMENTACIÓN	71
6.3. OBJETIVOS	72

	Pág.
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	72
6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN	72
BIBLIOGRAFÍA	75
APÉNDICE	77

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	19
CUADRO 2. TRATAMIENTOS	22
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES POR PLANTA	28
CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS CUAJADOS POR PLANTA	29
CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁME- TRO ECUATORIAL DEL FRUTO	30
CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁME- TRO POLAR DEL FRUTO	31
CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO * BORO PARA LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL FRUTO A LOS 119 DÍAS	31
CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO PROMEDIO DE FRUTO	33
CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE REN- DIMIENTO/PARCELA (g)	33
CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚME- RO DE FRUTOS DE PRIMERA	34
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚME- RO DE FRUTOS DE SEGUNDA	35
CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚME- RO DE FRUTOS DE TERCERA	36
CUADRO 13. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DE TERCERA A LOS 119 DÍAS	36
CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚME- RO DE FRUTOS DEFORMES	37
CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 119 DÍAS	37

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 126 DÍAS	38
CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA BORO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 119 DÍAS	39
CUADRO 18. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 119 DÍAS	40
CUADRO 19. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 126 DÍAS	41
CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA BORO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 133 DÍAS	42
CUADRO 21. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTOS	43
CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 119 DÍAS	44
CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 119 DÍAS	45
CUADRO 24. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 119 DÍAS	45
CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 126 DÍAS...	46
CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 126 DÍAS	47
CUADRO 27. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA BORO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 126 DÍAS	48
CUADRO 28. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 126 DÍAS	49
CUADRO 29. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 133 DÍAS	50

	Pág.
CUADRO 30. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 133 DÍAS	51
CUADRO 31. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 133 DÍAS...	51
CUADRO 32. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES	53
CUADRO 33. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 119 DÍAS	53
CUADRO 34. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA BORO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 119 DÍAS	54
CUADRO 35. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 119 DÍAS...	55
CUADRO 36. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 126 DÍAS...	56
CUADRO 37. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 126 DÍAS	57
CUADRO 38. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA BORO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 126 DÍAS	57
CUADRO 39. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 126 DÍAS	58
CUADRO 40. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS...	59
CUADRO 41. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS	60
CUADRO 42. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA BORO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS	61
CUADRO 43. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO * BORO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS...	62
CUADRO 44. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS.....	63
CUADRO 45. COSTOS FIJOS DEL ENSAYO	64
CUADRO 46. COSTOS QUE VARÍAN POR TRATAMIENTO	65
CUADRO 47. COSTOS TOTALES POR TRATAMIENTOS	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Prueba de Tukey para calcio*boro para la variable diámetro polar del fruto a los 119 días	32
FIGURA 2. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable número de frutos de tercera a los 119 días	37
FIGURA 3. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable número de frutos deformes a los 119 días	38
FIGURA 4. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable número de frutos deformes a los 126 días.	39
FIGURA 5. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable número de frutos deformes a los 119 días	40
FIGURA 6. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable diámetro polar del fruto a los 119 días	40
FIGURA 7. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo la variable número de frutos deformes a los 126 días	41
FIGURA 8. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable número de frutos deformes a los 133 días	42
FIGURA 9. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable firmeza de fruto a los 119 días	44
FIGURA 10. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable firmeza de fruto deformes a los 119 días	45
FIGURA 11. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable número de frutos deformes a los 133 días	46
FIGURA 12. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable firmeza del fruto a los 126 días	47
FIGURA 13. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable firmeza de frutos a los 126 días	48
FIGURA 14. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable firmeza del fruto a los 126 días	48
FIGURA 15. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable firmeza del fruto a los 126 días	49
FIGURA 16. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable firmeza del fruto a los 133 días	50

	Pág.
FIGURA 17. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable firmeza de fruto a los 133 días	51
FIGURA 18. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable firmeza del fruto a los 133 días	52
FIGURA 19. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable sólidos solubles a los 119 días	54
FIGURA 20. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable sólidos solubles a los 119 días	54
FIGURA 21. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable sólidos solubles a los 119 días	55
FIGURA 22. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable sólidos solubles a los 126 días	56
FIGURA 23. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable sólidos solubles a los 126 días	57
FIGURA 24. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable sólidos solubles a los 126 días	58
FIGURA 25. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable sólidos solubles a los 126 días	59
FIGURA 26. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable sólidos solubles a los 133 días	60
FIGURA 27. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable sólidos solubles a los 133 días	61
FIGURA 28. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable sólidos solubles a los 133 días	61
FIGURA 29. Prueba de Tukey 5% para calcio*boro para la variable sólidos solubles a los 133 días	62
FIGURA 30. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable sólidos solubles a los 133 días	63

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se efectuó en Granja Experimental Docente Querochaca, de la Universidad Técnica de de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, ubicada en el sector El Tambo del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, cuyas coordenadas son: 01° 22' 2" de latitud Sur y 78° 36' 21" de longitud Oeste, a una altura de 2 940 msnm, con el propósito de: evaluar la aplicación foliar de tres dosis de calcio y tres dosis de boro en el cultivo de fresa (*Fragaria X Ananassa*. Duch) cultivar Oso Grande y establecer el tratamiento que desde el punto de vista económico proporcione la mejor rentabilidad.

Los indicadores evaluados fueron: número de flores por planta, número de frutos cuajados por planta, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto, peso de fruto, rendimiento, categorización (número de frutos de primera, segunda y tercera categoría), firmeza, sólidos solubles. Las variables fueron evaluadas a los 119, 126 y 133 días.

Se aplicó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de 3x3+1 con tres repeticiones. Aplicándose para el análisis estadístico, análisis de varianza y la prueba de significación de Tukey al 5% para las fuentes que presenten significación estadística y para el análisis económico la relación beneficio costo (RBC).

Los resultados obtenidos demostraron que para las variables: número de flores por planta, número de frutos cuajados, diámetro ecuatorial, diámetro polar, rendimiento, número de frutos de primera, de segunda y de tercera categoría, se acepta la hipótesis nula, esto quiere decir que las dosis aplicadas de Carboxy calcio de 0,5, 1,0 y 1,5 cc/l y de 2,0, 2,5 y 3,0 cc/l de Back boro, no influyeron significativamente en dichas variables.

En lo referente a número de frutos deformes se pudo observar la influencia de aplicación de dosis altas de boro, esto es de 3 cc/l, potencializadas con Ca contribuyen a disminuir la aparición de frutos deformes, así con dosis alta de boro.

Para la variable firmeza se observó que la aplicación de las dosis alta (1,5 cc/l) y media (1,0 cc/l) de calcio, contribuyen a mejorar la firmeza del fruto. Con dosis alta de Ca, se obtienen promedios de firmeza de 2,16, 2,29 y 2,24 lb de presión; con dosis media de Ca, los promedios son de 1,93, 2,05 y 1,96, frente a los promedios obtenidos con dosis baja de Ca que son de 1,88, 1,77 y 1,72.

Las aplicaciones de boro por su parte, contribuyeron a incrementar los sólidos solubles expresados en grados Brix, como se demuestra al observar las pruebas de Tukey 5%. Las dosis alta (3,0 cc/l) y media (2,5 cc/l) se presentan en un mejor rango de significación frente a la dosis baja (2,0 cc/l). Así los promedios son de 12,54, 12,42 y 12,53 grados Brix para dosis alta; mientras que para la dosis media, dichos promedios son de 10,88, 10,98 y 11,31 grados Brix; finalmente para dosis baja, son de: 9,08, 9,30 y 8,99 grados Brix, respectivamente para los 119, 126 y 133 días.

En cuanto al análisis económico, todos los tratamientos resultaron rentables obteniéndose RBC mayores a 4, pero las mejores se observan con aplicaciones de dosis alta de calcio y boro.

Para mejorar la firmeza del fruto, contenido de sólidos solubles y disminuir el número de frutos deformes, se recomienda aplicar 1 a 1,5 cc/l de calcio y 2,5 a 3 cc/l de boro, dependiendo del análisis de suelo. Además probar dosis más altas de calcio y boro.

En cuanto a los costos, el tratamiento que alcanza los costos más elevados fue Ca3B3 con 31 601,67 dólares y el más económico el testigo con 27 151,67 dólares por hectárea.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La inadecuada aplicación foliar de elementos esenciales como calcio y boro en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*, Duch) en la provincia de Tungurahua determina la mala calidad de los frutos y la baja productividad causando pérdidas económicas importantes en 40% a los agricultores (José Días, fruticultor).

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

La importancia actual que se ha dado en el mundo a la fresa ha hecho que su cultivo se extienda en casi toda Europa principalmente en el Reino Unido, Alemania, Yugoslavia, Polonia, Países Bajos, Francia y España. En América: Estados Unidos, Canadá, México, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Ecuador, Chile y Argentina. Hay opiniones que sostiene que la fresa es uno de los productos con creciente posibilidad de expansión de consumo incluso a mercados lejanos que pueden ser abastecidos gracias al transporte aéreo (Proexant, 1993).

El Ecuador produce 30 000 toneladas mensuales de esta fruta, 60% es para consumo nacional en fruta fresca o procesada y el resto se exporta al vapor y en fresco a países como EEUU, España y los Países Bajos. Según la Corporación de Promoción de Exportación e Inversiones (Corpei), la exportación de fresa en el 2002 fue hacia Holanda y Colombia con 122 toneladas, en el 2003 se registraron los volúmenes más altos: 143 toneladas hacia EEUU. En el 2006 se vendieron 1460,56 toneladas a EEUU, mientras que en el 2007 se envió 415,42 toneladas, entre el 2006 y el 2007 no hubo exportaciones, no obstante la fresa al vapor (almíbar) es la que más acogida tiene en el mercado (El Comercio, 2007).

En Tungurahua, la producción de esta fruta es del 20% del total nacional, sin embargo en la Planta Hortofrutícola Ambato (Planhofa), de la producción mensual nacional se procesan 15 000 kilos, el 50% es de Yaruquí (Pichincha) y el resto de Tungurahua; Planhofa requiere 10 000 kilos adicionales para abastecer el mercado

local. Además el 70% de la producción va en pulpa pasteurizada y congelada con la marca Frisco a la empresa Ecuajugos y el restante se transforma en mermelada para la elaboración de yogur Tony o Alpina, o se vende en los supermercados (El Comercio, 2007).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción nacional de fresa registra un aumento constante, lo que hace suponer que sus perspectivas son promisorias y que puede convertirse en una excelente alternativa para diversificar el cultivo y la exportación. La fresa es un producto agrícola de gran demanda en el país, por sus características organolépticas, las cuales permiten elaborar productos alimenticios procesados conservando su valor nutritivo y características sensoriales (Álvarez y Morales, 2008).

La alimentación de los pueblos está relacionada con las exigencias del mercado nacional e internacional, lo que demanda el desarrollo de tecnología contemporánea en los procesos de producción, manejo agronómico, conservación y comercialización. Además, exige un amplio conocimiento de las propiedades físicas, químicas y térmicas de las frutas, información indispensable para manejar adecuada y eficientemente las operaciones de recolección, clasificación, limpieza, empaque, almacenamiento, asegurando una excelente calidad para su comercialización (Infoagro, 1997).

Debido a la demanda que existe de esta fruta, el agricultor debe aplicar tecnología adecuada en el manejo del cultivo para así obtener un producto de buena calidad y una excelente producción a bajo costo, en donde la aplicación de fertilizantes foliares de acuerdo a las necesidades de la planta juega un papel importante en la producción.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Aportar al mejoramiento tecnológico de la fresa a través de la aplicación foliar de calcio y de boro en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*, Duch) cultivar Oso Grade, bajo cubierta.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar tres dosis de calcio y tres dosis de boro en el cultivo de fresa cultivar Oso grande.

Establecer el tratamiento que desde el punto de vista económico proporcione la mejor rentabilidad.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la evaluación de un paquete nutrihormonal en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) var. Oso Grande, bajo cubierta, se comprobó que aplicar Súper Raíz 1,25 kg más Humirossi 1,25 L al inicio, Complex Amin Antiestrés 1,25 L al desarrollo vegetativo, Agrostim 1,25 L más Amin Vigor 1,25 kg más Boro 1,25 kg al cuajado del fruto y ProK-55 1,25 kg más Complex Amin Antiestrés 1,25 L al engrose del fruto, todo en 200 L de agua), produjo mayor prendimiento (98,61%), mayor altura a los 30 días (13,55 cm), a los 60 días (17,01 cm) y a los 90 días (21,21 cm). El número de flores/planta fue mejor (8,58 flores), como el número de frutos/planta (6,83 frutos), siendo éstos de mayor peso (17,13 g), incrementándose los rendimientos (3,33 kg/tratamiento), (Martínez, 2005).

La evaluación de cuatro niveles de un paquete nutrihormonal en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) cultivar Oso grande bajo cubierta, se observó que, la aplicación de la dosis alta (D4), produjo mejores resultados, con mayor altura del follaje (18,06 cm), diámetro del macollo (19,66 mm), número de flores por racimo (6,40 flores) y número de flores por planta (8,65 flores). El número de frutos cosechados fue mejor (15,30 frutos), con mejor diámetro polar (3,79 cm), ecuatorial (3,11 cm) y peso de fruto (16,30 g), obteniendo mejores rendimientos (13,73 kg/tratamiento), mejorando el porcentaje de frutos de primera categoría (48,05%) y el volumen del sistema radicular (10,99 cc), (Parra y Quishpe, 2006).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. El cultivo de fresa

2.2.1.1. Generalidades

Ramos citado por Parra y Quishpe (2006) expresa que el género *fragaria* aparece en estado silvestre en América, Asia y Europa. El cultivo de la fresa de fruto pequeño se extendió en Europa hasta el siglo XIX, momento en el cual comenzaron a surgir híbridos entre las especies europeas y americanas con frutos de mayor tamaño llamados fresones. En Chile, antes de la llegada de los colonizadores se cultivaba la especie *F. virginiana* de fruto grande.

Álvarez y Morales (2008), expresan que la fresa es un vegetal de tipo vivaz que puede vivir varios años y se ha convertido en un cultivo industrial muy importante a nivel mundial. Se puede afirmar que la planta posee las más variadas y complejas posibilidades de manejo; esta condición le ha permitido un desarrollo inusitado en las áreas productivas.

Los mismos autores, indican que al desarrollo científico y tecnológico en la producción de esta fruta ha contribuido la naturaleza de su morfología y fisiología, que permite manejarla en condiciones de ambiente controlado y también la atracción que ofrecen sus características de forma, color gusto y aroma, lo que ha hecho de la fresa uno de los productos más apetecidos, tanto para consumo directo como para la elaboración de derivados de gran demanda universal.

Proexant (1993), describe que la fresa es una planta perenne, considerada, como herbácea. Sus raíces son de aspecto fibroso, se origina en la corona, se dividen en primarias y secundarias, la mayor parte del sistema radicular se encuentra en los primeros 20 cm del suelo, las raíces secundarias salen de las primarias y forman la masa radicular cuya función principal es la absorción de los nutrientes y el almacenamiento de materiales o sustancias de reserva. El tallo es de tamaño reducido denominado corona, que se alarga lentamente formando entrenudos muy cortos donde se insertan las hojas o yemas axilares. Las hojas se hallan insertas en los pecíolos de longitud variable, son pinnadas o palmeadas, subdivididas en tres foliolos, pero es común que en algunas variedades existan 4 o 5. La flor es de simetría actinomorfa (radial) pedunculada con un grueso receptáculo que se hipertrofia después de la fecundación para convertirse en la parte carnosa y comestible de la planta, que pueden ser perfectas (hermafroditas), con órganos masculinos y femeninos (estambres o pistilos), o imperfectas con un solo órgano masculino o femenino (unisexuales). El fruto es múltiple denominado botánicamente “etéreo”, cuyo receptáculo hipertrofiado constituye la parte comestible, el receptáculo maduro tiene hasta 5 cm de diámetro de formas achatadas, globosa, cónica, alargada, con cuellos, en cuña alargada y cuña corta, su color puede ser rosado, carmín, rojo o púrpura.

2.2.1.2. Requerimientos del cultivo

2.2.1.2.1. Clima

Según la Enciclopedia Agropecuaria (1995), las regiones donde hay estaciones claramente definidas, la fresa se desarrolla bien a temperaturas medias anuales entre 12 y 20°C. Las variedades de fresa vesca se adaptan mejor a las cuatro estaciones. En el trópico, la fresa se cultiva a altitudes entre 2 000 y 2 800 m.s.n.m, con temperaturas medias entre 14 y 16°C. A temperaturas mayores de 18°C se afecta la floración y la fructificación.

Proexant (1993) señala que aunque la fresa por su centro de origen, prefiere climas frescos, se adapta a los ambientes más diversos, desde los subárticos y subtropicales, a las zonas cálidas-desérticas y desde el nivel del mar a las elevadas altitudes del continente americano. En el Ecuador se cultiva en zonas de 1 200 hasta 2 500 m.s.n.m. La temperatura óptima para el cultivo es 15 a 20°C en el día y de 15 a 16°C en la noche. La humedad relativa más adecuada es de 60 a 75%, cuando es excesiva permite la presencia de enfermedades causadas por hongos, por el contrario, cuando es deficiente, las plantas sufren daños fisiológicos que repercuten en la producción; en casos extremos las plantas pueden morir.

2.2.1.2.2. Suelo

Como lo manifiesta Alsina (1984), las fresas prefieren los suelos fértiles, frescos, bien drenados y de naturaleza areno-arcillo-humífera. Que es indispensable corregir los terrenos mal constituidos enmendándolos con estercoladuras o encalados. En los terrenos arcillosos, arenosos o calcáreos, se incorporará, con mucha anticipación a la siembra, estiércol bien descompuesto, en cantidades que no sobrepasen los 4 kg/m². El empleo de cal apagada es también muy conveniente por su acción correctora sobre los suelos arcillosos y humíferos, pero su aplicación debe hacerse solamente de acuerdo a los análisis químicos previos.

Proexant (1993) expresa que la fresa se adapta a suelos de diversas características, pero prospera en forma especial en aquellos con textura franco arenosa o areno arcillosa o aun en suelos arenosos, siempre y cuando se disponga de la humedad suficiente, el pH óptimo del suelo para el cultivo es de 6,5 a 7,5 pero prospera bien en suelos con pH 5,5 a 6,5. Condición especial del suelo para la explotación comercial es el grado de fertilidad, la preparación, el manejo y el drenaje.

2.2.1.2.3. Agua

Según Branzanti (1989), la fresa es exigente en agua, una buena disponibilidad representa la base necesaria para un cultivo rentable en zonas en donde la lluvias son insuficientes o mal distribuidas con relación al ciclo de la planta, por lo que es necesario el riego. Se considera que una hectárea de fresal tiene un consumo hídrico de 4 000 a 6 000 m³ (400 a 600 mm/año), cifra muy semejante a la de las exigencias de una plantación de melocotonero; sin embargo el melocotonero extrae agua de una capa de terreno de unos 100 cm de espesor, mientras que la fresa tiene la mayor parte de sus raíces concentradas en la zona superficial y absorbe la mayor parte de sus necesidades hídricas de los primeros 30 a 40 cm.

El mismo autor expresa que cuando la pérdida de agua por transpiración es mayor que la absorbida, las plantas se marchitan; si este desequilibrio continua durante varios días las hojas más viejas mueren; cuando la marchites es excesiva mueren también las raicillas y la planta, con su sistema radicular y foliar reducido necesita varias semanas para recuperar las pérdidas sufridas de raíces y hojas. Esto hace necesaria la aportación de frecuentes riegos para mantener la humedad del terreno a un nivel óptimo y así conseguir la mejor productividad. Sólo con una suficiente disponibilidad hídrica la planta es capaz de absorber los elementos nutritivos en cantidad suficiente para su buen desarrollo y la consiguiente elevada productividad; una insuficiente disponibilidad hídrica se refleja en la producción escasa.

Folquer (1986), señala que la fresa es una planta muy exigente en cuanto a nivel de humedad en el suelo, disminuyendo rápidamente los rendimientos en cuanto la humedad desciende del 80% de la capacidad de campo. Igualmente es muy sensible al contenido de sales en el agua, se determinó que cuando el contenido de cloruro de sodio pasa de 100 ppm ya se produce disminución de los rendimientos, aunque no aparezcan los síntomas en la planta.

2.2.1.2.4. Variedades

Proexant (1993), menciona que en todos los países donde se cultiva la fresa los productores se han preocupado preferentemente de seleccionar las mejores variedades de acuerdo a sus medios ecológicos, técnicas de cultivo, resistencia a plagas y enfermedades, tipos de fruta color y uso. Las variedades de mayor importancia cultivadas en el Ecuador son Chandler, Oso Grande y Pájaro, en mayor escala y en menor otras variedades como Fern, Douglas, Sacecape, Irvine y otras.

Infoagro (1997), señala que la variedad Oso Grande californiana, tiene una tendencia del fruto al rajado. No obstante presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco. De color rojo anaranjado, forma de cuña achatada, con tendencia a aparecer bilobulado, calibre grueso y buen sabor. La planta es vigorosa y de follaje oscuro. En zonas cálidas bajo protección de plástico, se recomienda trasplantar con plantas producidas en viveros de altitud durante octubre para la producción a finales de invierno. En zonas de invierno frío, el trasplante se realiza durante el verano para la producción en el año siguiente a principios de primavera. Se aconseja una densidad de plantación de 6-7 plantas/m², colocadas en caballones cubiertos de plástico, con riego localizado y líneas pareadas.

2.2.1.3. Composición química y nutricional

Font Quer citado por Martínez (2005), menciona que al igual que ocurre con todos los productos agrícolas, existe una fluctuación de la composición química de las fresas en relación con las condiciones del suelo, clima,

sistema de cultivo, época de cosecha, variedad, grado de maduración etc. El valor nutritivo de la fresa se expresa en la forma siguiente: materia seca 6,1 a 6,9%. Los principales ácidos, en orden de importancia son: cítrico, málico, tartárico, salicílico, y péptico. La acidez oscila entre 690 y 1 249 mg de ácido cítrico por cada 100 g. La mayor parte del azúcar es levulosa, con pequeñas cantidades de glucosa y sacarosa. Es notable la riqueza en vitamina C, cuyo contenido es tres veces mayor que en el tomate y la lechuga y el doble que en la manzana. El típico y exquisito aroma de las fresas se debe a aceites esenciales volátiles, principalmente el acetato de caprilo.

2.2.1.4. Manejo del cultivo

2.2.1.4.1. Preparación y desinfección del suelo

Proexant (1993), menciona que los requerimientos agroecológicos del cultivo exigen selección y preparación del suelo para la siembra, para lo cual se procede a realizar las labores más comunes y generales de arar el suelo, subsolar si es necesario, rastrar, nivelar y proceder al trazado de la plantación mediante la configuración técnica de las platabandas de siembra y de las vías de acceso para facilitar las labores culturales, controles fitosanitarios cosechas, etc. Mientras que la desinfección del suelo se practica en forma necesaria ya sea sobre las platabandas de cultivo o en la totalidad del terreno, utilizando fumigantes como el bromuro de metilo más cloropicrina en las dosis recomendada por los fabricantes. En países como Italia se realiza la desinfección del suelo mediante el sistema de riego introduciendo en la tubería el producto químico recomendado insecticida, fungicida, fumigantes, de acuerdo a la finalidad deseada. Últimamente se está utilizando la desinfección del suelo utilizando la energía solar como en el caso de España y también en ensayos en Ecuador (Agromod en Guayllabamba), este tratamiento se basa en elevación de la temperatura del suelo mediante un periodo prolongado, para lo cual primeramente se debe partir de una buena preparación del mismo, procurando que no queden bolsas de aire, luego regar e inmediatamente colocar un plástico transparente cuya función es la de retener el calor procedente de los rayos solares en el suelo para que se eleve la temperatura del mismo, de 15 a 20°C por encima de las temperaturas del suelo sin cubierta plástica.

2.2.1.4.2. Construcción de los caballones

Branzanti (1989) indica que el sistema más difundido por la rapidez con que se puede evacuar el agua tanto si se usa como si no se usa acolchado, es el caballón ya que asegura al sistema radicular un ambiente prácticamente exento de agua estancada. La altura del caballón será mayor en suelos más compactos y menor en los más sueltos o en climas de escasas lluvias. Los caballones, que deben estar bien alomados tendrán una altura entre 10 y 30 cm, pero en terrenos húmedos se llega a alcanzar unos 40-45 cm. Los caballones altos evitan que los frutos lleguen al surco y puedan ser aplastados al momento de pasar por él los trabajadores o sean sumergidos por el agua de riego o lluvia, facilita la recolección ya que quedan a la vista; además parece acelerarse, aunque sea un poco, la maduración al quedar los frutos expuestos al sol sobre el lomo del caballón, al contrario que en el caballón bajo o escasamente alomado. El surco o cuneta que queda entre los caballones favorece el reflujó del agua manteniendo más sana la zona de crecimiento de las raíces. La anchura de los caballones varía según se adopte la fila única o múltiple, en el primer caso se hacen de unos 0,5-0,8 m con un corredor entre ellos de unos 0,3 m, por lo tanto quedan a una distancia (incluyendo el pasillo intermedio) de 0,8-1,1 m. En el caso de filas dobles, sistema mucho más utilizado, la distancia será de 1,20-1,60 m con filas triples de 1,5-2,0 m. Sin embargo, en la práctica, dada la gran difusión del acolchado plástico, la anchura de los caballones está condicionada a la anchura de las láminas que se encuentran en el mercado.

2.2.1.4.3. Sistema de plantación

Branzanti (1989) indica que la plantación de las fresas se efectúa de diferentes formas según el medio ambiente y tipo de suelo destino de la cosecha consumo fresco o industria; estructura de la explotación agrícola; pequeña explotación llevada familiarmente o gran explotación de grandes dimensiones; grado de mecanización. Que la disposición de las filas y distancia, tanto en caballones como en el llano acolchado o no pueden ser únicas o múltiples (dobles triples, etc). Las filas únicas tendrán generalmente una distancia entre ellas de 0,9 a 0,70 m, mientras que entre las plantas de la filas será de 0,2- 0,4m.

2.2.1.4.4. Siembra y trasplante

En el Manual para la siembra de fresas (2010), se menciona que los pasos a seguir son importantes para tener éxito en el trasplante: sembrar los plantines inmediatamente después de recibirlos para reducir pérdidas por hongos o pudrición, mojar los caballotes bien antes de empezar la siembra, tener listo el sistema de riego para evitar demoras en la aplicación del agua, lavar los plantines en un baño de fungicidas (Benlate o Captán) inmediatamente antes de sembrarlos, revisar cuidadosamente el trabajo de la siembra; la profundidad a la cual se ponen los plantines es crítica, aplicar el riego lo antes posible después del trasplante, regar ligeramente una o dos veces al día durante las primeras dos semanas para mantener húmeda la superficie del caballote.

2.2.1.4.5. Riego

Según Montes (1986), los riegos son de gran importancia en la producción de un fresal e incluso sorprende el mayor rendimiento de aquellos en los que se cuida ese detalle, por lo que debe contarse con abundante disponibilidad de agua para hacer frente a las necesidades.

El mismo autor menciona que el agua a utilizar debe tener propiedades adecuadas para ello, ya sea en su composición química- que debe ser lo más pura posible pues las que son muy salinas o "duras" no son adecuadas, ni tampoco las que sean turbias por estancamiento prolongado y tengan incorporadas materias orgánicas en descomposición que incluso pueden incorporar a los frutos gérmenes transmisores de enfermedades.

2.2.1.4.6. Podas

Por el tipo de crecimiento de la planta de fresa, la producción constante de tallos hace que la planta tome una forma de macolla en donde se acumula gran cantidad de hojas y ramas muertas, consecuencia también del calor producido por la cobertura de polietileno negro. Esta hojarasca retiene humedad que facilita el ataque de hongos a la fruta y además dificulta la aplicación

de plaguicidas, por lo que es necesario eliminarla mediante una poda de limpieza (Ingeniería agrícola, 2001).

En la misma publicación se manifiesta que la poda debe realizarse después de los ciclos fuertes de producción; se quitan los racimos viejos, hojas secas y dañadas y restos de frutos que quedan en la base de la macolla. Se debe tener cuidado de no maltratar la planta y no se debe podar antes de la primera producción. Al aumentar la penetración de luz a las hojas, así como la ventilación, se acelera la renovación de la planta, facilita la aplicación de plaguicidas y previene el ataque de hongos en la fruta.

2.2.1.4.7. Control de malezas

Font Quer, citado por Martínez (2005), manifiesta que el mejor control de malezas se consigue con la cobertura de plataformas con plástico negro de 40 o 60 u de espesor. También se puede utilizar herbicidas específicos.

Enciclopedia agropecuaria (1995), indica que para el control de malezas se aconseja una desyerba cada dos meses, para evitar excesos de humedad y competencia por nutrientes.

2.2.1.4.8. Propagación

Aunque la planta de fresa es perenne, como cultivo se considera anual, o sea que se renueva todos los años. Por ser una planta híbrida, no se utilizan sus semillas para propagarla. Su sistema de crecimiento y formación de nueva coronas y estolones, permite una propagación vegetativa rápida y segura. Si se utilizan las coronas, se arrancan plantas de 6 meses o más y se dividen en secciones. De una sola planta se puede obtener entre cinco y seis plantas hijas y se debe procurar que cada sección tenga sus propias raíces. La forma más corriente de propagar este cultivo es por medio de estolones. Utilizando este sistema, con un buen material como planta madre y sembrando en la época adecuada, de una sola planta se pueden obtener hasta 100 plantas hijas. La fresa normalmente se propaga por

estolones, obtenidos de plantas madres importadas de Estados Unidos que han estado sometidas a largos períodos de frigo-conservación, característica que estimula un gran crecimiento vegetativo cuando son llevadas al campo (Ingeniería agrícola, 2001).

2.2.1.4.9. Abonadura y fertilización

La Enciclopedia agropecuaria (1995), indica que el frenal no es muy exigente en fertilización, pero estos aplicados oportunamente y en cantidades requeridas aumentan la producción y la calidad de fresas. El cultivo responde bien a la materia orgánica, que se puede aplicar en una cantidad de 10 000 a 15 000 kg/ha colocada entre las hileras cuando se considere necesario. Las recomendaciones de fertilizantes dependen del análisis de suelo.

2.2.1.4.10. Plagas y enfermedades

- Plagas

Proexant, citado por Ochoa (2005), menciona que las plagas tales como: babosas (*Agriolimax leavis*) y caracoles del género *Helix*, son frecuentes en cultivos con mulching y plástico, así como los ácaros, la araña roja (*Tetranychus telarius*) que vive en la cara inferior de las hojas; y, la araña (*Steneotarsemus pallidus*) que vive en los cogollos de las plantas. Igualmente son importantes los pulgones de la hoja (*Capitophorus fragaefoli*) y el de la raíz (*Aphis forbesi*) que se ubica en la corona.

- Enfermedades

El mismo autor cita a Vera, expresa que las enfermedades de la fresa son: Botritis, causada por *Botrytis cinerae*, Pers; puede llegar a destruir en casos graves un 60 a 70% de los frutos. La podredumbre parda de los frutos, causada por *Phytophthora cactorum*, Schoroet; atacada en cualquier estado del desarrollo. El oidio originado por *Sphaeroteca macularis*, Magnus; ataca a todos los órganos verdes de las plantas. La viruela causada por *Mycosphaerella*

fragariae, provoca en las hojas manchas redondas de algunos milímetros, de color rojo oscuro. El enrojecimiento y desecación de las hojas causado por *Doplocarpon earliana*, Wolf; provoca en las hojas manchas irregulares de 1 a 4 mm de color pardo rojizo oscuro.

2.2.1.4.1.1. Cosecha

Debido a que la fruta es altamente perecedera, debe cosecharse cada tres días y manejarse con mucho cuidado. Una cosa es lo que la planta de fresa está en capacidad de producir y otra lo que el productor está en capacidad de cosechar y comercializar. En un manejo adecuado de la plantación y sobre todo de la fruta, puede estar la diferencia entre cosechar el 90% ó el 30% de la fruta que la planta produce. Debe empezarse a manejar la fruta desde antes de su formación y su desarrollo, para que llegue en buenas condiciones a la cosecha. A partir del momento de la cosecha, se inicia otro proceso de gran importancia, como es el de seleccionar la fruta, empacarla, transportarla y almacenarla adecuadamente, para presentar un buen producto en el mercado (Ingeniería agrícola, 2001).

2.2.2. **Fertilización foliar**

2.2.2.1. Generalidades

Trinidad y Aguilar (2000), señalan que la fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica. La fertilización foliar se ha

practicado desde hace muchos años. En 1844 se aplicaba sulfato ferroso en el follaje de la vid para corregir la clorosis en las plantas. También se tenían noticias de que en muchas partes del sur de Europa la fertilización foliar era conocida por los agricultores, quienes la practicaban ampliamente. Esta práctica posteriormente se hizo intensiva en otras partes del mundo, en donde los agricultores habían visto efectos benéficos en el incremento de rendimiento y calidad del producto. Además ya se había observado que en algunos lugares los fertilizantes químicos aplicados al suelo no actuaban eficiente y satisfactoriamente.

Ramírez (2010), indica que la fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo. Esta técnica, ha tomado actualmente mayor relevancia, por las altas exigencias tecnológicas de los cultivos, lo cual implica un óptimo manejo y control de la variable nutricional. La eficiencia de la fertilización foliar es superior a la de la fertilización al suelo y permite la aplicación de cualquiera de los nutrientes que las plantas necesitan para lograr un óptimo rendimiento.

El mismo autor dice que el propósito de la nutrición foliar no es el de reemplazar la fertilización al suelo, ya que el abastecimiento de los principales nutrientes requeridos como el nitrógeno, fósforo y potasio es más efectiva y económica vía aplicación al suelo. Sin embargo, la aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los nutrientes secundarios (calcio, magnesio y azufre) y los micronutrientes (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro y molibdeno), mientras que suplementa los requerimientos de N-P-K requeridos en los períodos de estado de crecimiento críticos del cultivo.

2.2.2.2. Funciones del calcio en la planta

Según Tetra (2004), el calcio se considera un nutriente secundario de las plantas, que cada planta necesita calcio para crecer que una vez fijo el calcio no es móvil en la planta, es un constituyente importante de las paredes celulares y solo puede ser suministrado por la savia del xilema; así, si la planta se

agota el abastecimiento de calcio, no podría removilizar el calcio de los tejidos más viejos. Si por cualquier motivo se reduce la transpiración, el suministro de calcio a los tejidos que están creciendo rápidamente llegaría a ser inadecuado.

2.2.2.2.1. Deficiencia de calcio y síntomas

Tetra (2004) manifiesta que a los síntomas de deficiencia de calcio en los cultivos muchas veces se les llaman desordenes fisiológicos, y debe recordarse que estos problemas son causa de un suministro inadecuado de calcio a los tejidos afectados, que estas deficiencias pueden ocurrir aun cuando el suelo aparente tener una presencia de calcio adecuado, es así que como consecuencia de la deficiencia de calcio, las plantas presentan la siguiente sintomatología: necrosis en las puntas y en los márgenes de las hojas jóvenes, anormalidades de los bulbos y las frutas, deformación de las hojas afectadas, sistema de raíces altamente enramados, cortas, marrones, crecimiento impedido severamente y clorosis general.

2.2.2.2.2. Toxicidad

La misma publicación, menciona que el calcio no se considera tóxico a las plantas; sin embargo aunque es raro, los niveles excesivos de calcio en el suelo pueden reducir la absorción de la planta de nutrientes tales como fósforo, potasio, magnesio, boro, cobre, hierro o cinc, resultando en deficiencia de estos nutrientes.

2.2.2.3. Funciones del boro en la planta

Gorbea (2010), señala que el boro es uno de los micronutrientes esenciales para la producción vegetal. Actúa en las plantas en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos. Aparentemente, el boro también regula el transporte de azúcar, metabolismo de los carbohidratos y proteínas en las plantas, las que necesitan un suministro continuo de este elemento en todos los puntos de crecimiento, siendo un factor importante en la germinación del tubo polínico y por lo tanto, en el proceso de fertilización de flores,

lo que garantiza un adecuado número de semillas en las vainas, lo que es importante para lograr un alto rendimiento de semillas y contenido de aceite del grano. El boro desempeña un importante papel en la regulación de la permeabilidad de la membrana, síntesis de la pared celular, respiración, hormona del metabolismo y regulación estomática.

2.2.2.3.1. Deficiencia de boro y síntomas

La misma publicación señala que el boro es absorbido por las plantas en forma de iones borato y al existir condiciones de sequía se puede manifestar una deficiencia de boro debido a una reducción del flujo de masa hacia las raíces, ocurriendo lo mismo en suelos arenosos. Cuando hay deficiencia de boro las células pueden continuar dividiéndose incontroladamente, pero los componentes estructurales no adquieren diferenciación, esto quiere decir que la planta puede crecer normalmente, pero el rendimiento de las semillas puede ser reducido drásticamente. La deficiencia de boro se manifiesta principalmente con hojas cloróticas o bien rojizas y/o manchas de color amarillo intervenal, engrosadas, enrolladas, marchitas, con una inflorescencia compacta e irregular con flores estériles, con polinización insuficiente, engrosamiento del cuello de la raíz y reducción de su elongación, menor ramificación y desaparición de yemas terminales, fisuras longitudinales del tallo en estado de crecimiento activo, los que a menudo se encuentran huecos presentando un color marrón necrótico y vainas más bien vacías, restringiendo también el crecimiento del tubo polínico.

2.2.2.3.2. Toxicidad

Cuando los fertilizantes de boro son usados en las dosis recomendadas sobre determinados cultivos, el margen de escasez y toxicidad es limitada. Pero a veces fertilizantes foliares a base de boro pueden causar toxicidad, lo cual se ve reflejado en una necrosis de los bordes de las hojas, para evitarlo se recomienda aplicarlo directamente al suelo (Biblioteca de fertilidad y fertilizantes, 2010).

2.2.3. Productos

2.2.3.1. Back-boro

Agrotecnología (2009) establece que es un formulado nutricional que aporta boro a los cultivos tratados, mejoran la calidad de frutos, potencia el crecimiento vegetativo, aumenta el rendimiento y calidad de la cosecha y aumenta el cuaje de frutos. Dosificación 1,5-2,5 cc /l (300-500 cc/200 l).

2.2.3.2. Carboxy Ca

Innovak Global (1997) establece que es una formulación líquida para aplicación foliar que aporta calcio tanto a la planta como al fruto de una forma fisiológicamente activa, que incrementa la calidad, firmeza y vida de anaquel de los frutos y tubérculos; por su composición es fácil y rápidamente metabolizado por las plantas lo que permite un efecto inmediato y eficaz. Dosificación: 4 l/ha.

2.3. HIPÓTESIS

H0. Las dosis de calcio y boro aplicadas no influyen en el desarrollo ni en el rendimiento del cultivo de fresa cultivar Oso Grande.

H1. Las dosis de calcio y boro aplicadas influyen en el desarrollo y el rendimiento del cultivo de fresa cultivar Oso Grande.

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables independientes

Dosis de Ca (Carbox Ca)

Dosis de boro (Back boro)

2.4.2. Variables dependientes

Número de flores por planta, número de frutos cuajados por planta, diámetro ecuatorial y polar del fruto, peso del fruto, rendimiento, categorización de frutos, sólidos solubles y firmeza del fruto.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variab	Conceptos	Categorías	Indicadores	Índices
<u>Variable independiente</u>				
Dosis de Ca (Carbox Ca)	Cantidad de fertilizante compuesto de calcio, aplicado por unidad de superficie.	Dosis	0,5	cc/l de agua
			1,0 1,5	
Dosis de boro (Back boro)	Cantidad de fertilizante compuesto de boro, aplicado por unidad de superficie.	Dosis	2,0	cc/l de agua
			2,5	
			3,0	
<u>Variable dependiente</u>				
Variables de producción y productividad de fresa.	Cantidad de frutos por planta	Número de flores por planta	Número	Número
		Número de frutos cuajados por planta	Número	Número
	Calidad de frutos	Diámetro ecuatorial y polar del fruto	Diámetro	cm
		Peso de fruto	Peso	g
	Rendimiento y productividad	Rendimiento	Peso/unid. de superficie	kg/ha
		Categorización de frutos	Primera Segunda Tercera Deformes	%
	Características del fruto	Sólidos solubles	Sólidos solubles	Grados Brix
		Firmeza del fruto	Firmeza	Lb de presión

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque predominante fue cuantitativo. La modalidad fue netamente experimental de campo. En este trabajo se realizó una asociación de variables donde se probaron tres dosis de aplicación de calcio y boro, para mejorar la calidad de los frutos de fresa, variedad Oso Grande.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca, propiedad de la Universidad Técnica de de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, ubicada en el sector El Tambo del cantón Cevallos, provincia del Tungurahua, a una distancia aproximada de 20 km de la ciudad de Ambato, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 22' 2" de latitud sur y 78° 36' 21" de longitud Oeste (Instituto Geográfico Militar, 1979), la localidad se encuentra a una altura de 2 940 msnm.

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

Según el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (1975), el clima del área en general está clasificado como templado frío semi-seco y sin estación invernal bien definida. Las precipitaciones de mayor cuantía ocurren generalmente en los meses de mayo y septiembre, ocasionalmente se retrasan o adelantan en algunos años. De acuerdo al Anuario Agrometeorológico de la Granja Experimental Docente Querochaca (1994) el clima del lugar presenta las siguientes características: temperatura media anual 12,6°C, precipitación acumulada 561,5 mm, humedad relativa 76%, heliofanía 173,71 horas sol, velocidad del viento 3,7 m/seg con frecuencia Este, nubosidad 7,36 octavos y 108,4 mm de evaporación mensual.

3.3.2. Suelo

Los suelos de esta zona corresponden al orden Andeps, los mismos que se caracterizan por la presencia de materiales amorfos y cenizas volcánicas, los cuales son profundos (1,50 m) con una textura franco arenosa; presentan una reacción neutra o ligeramente alcalina. En general el nivel de fertilidad es moderado en la capa superficial y baja en la parte profunda del suelo (Instituto Geográfico Militar, 1985).

3.3.3. Agua

La propiedad cuenta con agua del canal Ambato-Huachi-Pelileo, con un caudal de 25 l/seg la cual es llevada a un reservorio para ser distribuida en la Granja Experimental Docente Querochaca.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Dosis de calcio (Carbox Ca)

0,5 cc/l	Ca1
1,0 cc/l	Ca2
1,5 cc/l	Ca3

3.4.2. Dosis de boro (Back boro)

2,0 cc/l	B1
2,5 cc/l	B2
3,0 cc/l	B3

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 3 x 3 + 1 testigo, con tres repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron nueve, producto de la combinación de los factores en estudio más el testigo que no se aplicó fertilización, como se detalla en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Dosis de calcio (Carbox Ca) (cc/l)	Dosis de boro (Back boro) (cc/l)
1	Ca1B1	0,5	2,0
2	Ca1B2	0,5	2,5
3	Ca1B3	0,5	3,0
4	Ca2B1	1,0	2,0
5	Ca2B2	1,0	2,5
6	Ca2B3	1,0	3,0
7	Ca3B1	1,5	2,0
8	Ca3B2	1,5	2,5
9	Ca3B3	1,5	3,0
10	T		

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factor dosis de calcio, dosis de boro e interacción.

El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el cálculo de los costos de producción por tratamiento.

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Área total del ensayo:	120 m ²
Área de caminos:	54 m ²
Dimensiones de la parcela:	1 m x 2,20 m
Área de la parcela total:	2,20 m ²
Área total de parcelas:	66 m ²
Área de la parcela neta:	0,75 m ²
Área total neta:	22,50 m ²
Distancia entre plantas:	0,25 m
Distancia entre hileras:	0,25 m
Número de plantas por parcela:	32
Número de plantas total del ensayo:	960
Número de plantas a evaluar por parcela:	6

3.7.1. Esquema de la disposición del ensayo

Repeticiones		
I	II	III
Ca1B3	Ca2B3	Ca3B3
Ca3B1	T	Ca1B1
Ca3B3	Ca1B1	Ca2B1
Ca2B1	Ca2B2	Ca3B2
Ca1B1	Ca3B1	Ca2B2
T	Ca1B2	Ca3B1
Ca2B3	Ca2B1	Ca1B2
Ca1B2	Ca3B3	Ca2B3
Ca2B2	Ca1B3	T
Ca3B2	Ca3B2	Ca1B3

3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Número de flores por planta

Se determinó el número de flores por planta, de seis plantas tomadas al azar de cada parcela neta, tomado cada siete días a partir del apareamiento del 80% de la flor.

3.8.2. Número de frutos cuajados por planta

Se determinó el número de frutos cuajados por planta, de seis plantas tomadas al azar de cada parcela neta, tomado cada siete días a partir del primer fruto cuajado.

3.8.3. Diámetro ecuatorial del fruto

Con la ayuda de un calibrador vernier se tomó el diámetro ecuatorial de seis frutos seleccionados al azar en la parcela neta al momento de la cosecha, cada siete días.

3.8.4. Diámetro polar del fruto

Con la ayuda de un calibrador vernier se tomó el diámetro polar de seis frutos seleccionados al azar en la parcela neta al momento de la cosecha, cada siete días.

3.8.5. Peso del fruto

Cada siete días se registró el peso promedio de seis frutos seleccionados al azar de cada parcela neta utilizando una balanza con precisión en décimas de gramos.

3.8.6. Rendimiento y categorización

Se tomó el peso total de frutos cosechados en la parcela total para expresarlo en kg/ha, a su vez se los categorizó en primera (de 4 a 5 cm de diámetro ecuatorial), segunda (3 a 4 cm de diámetro ecuatorial), tercera categoría (de 2 a 3 cm de diámetro ecuatorial) y frutos deformes.

3.8.7. Sólidos solubles

Se registró el contenido de sólidos solubles con un brixómetro, de seis frutos seleccionados al azar de la parcela neta.

3.8.8. Firmeza del fruto

Se registró la dureza del fruto con la ayuda del penetrómetro a seis frutos seleccionados al azar de la parcela neta.

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Caracterización del invernadero

Área del invernadero 120 m, tipo de plástico para cubierta blanco Israel calibre 6, varilla de media cubierta de manguera negro-plástico, altura de cumbre 2,50 m, altura de canal 1,50, camas acolchadas por plástico negro y con cinta a goteo.

3.9.2. Toma de muestras de suelo

Para el análisis de suelo se recolectaron varias submuestras, cubriendo el área del ensayo, las que se mezclaron para obtener una muestra de un kilogramo, la cual se envió al laboratorio de Suelos, Aguas y Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica.

3.9.3. Preparación de suelo y trazado de parcelas

La preparación del suelo se realizó manualmente 10 días antes del trasplante, procediendo a rastrar y nivelar el suelo, utilizando azadones y rastrillo. El trazado de parcelas se realizó de acuerdo a las dimensiones establecidas.

3.9.4. Descontaminación del suelo

La descontaminación del suelo se realizó siete días antes del trasplante con Terraclor (1 g/l) más Carbofurán (1 cc/l), todo en 50 l, aplicando al suelo en drench con bomba a mochila.

3.9.5. Acolchado

El acolchado se realizó dos días antes del trasplante con plástico negro, extendiéndolo sobre las platabandas, para luego realizar el hoyado, para lo cual se utilizó latas de atún.

3.9.6. Adquisición de la planta

Las plántulas del híbrido Oso Grande se adquirieron en el Quinche de la propiedad del Sr. Changoluisa, las mismas que estuvieron en perfecto estado fitosanitario, con una masa radicular abundante, lo cual facilitó que exista un mejor porcentaje de prendimiento. Las plántulas se las sometió a horas frío a una temperatura de 4 a 5°C, por un lapso de tres días, las mismas que se las ubicaron en gavetas en las cuales se puso papel periódico húmedo, para mantener una buena humedad y así evitar que se deshidraten.

3.9.7. Desinfección de las plantas antes del trasplante

Se procedió a desinfectar las plantas con Previcur (1,5 cc/l), para lo cual se preparó 15 l de la solución, procediendo a sumergir las plántulas por dos minutos para luego proceder al trasplante.

3.9.8. Aplicación foliar de calcio y boro

La aplicación se realizó vía foliar de acuerdo a las dosis establecidas en cada uno de los productos.

3.9.9. Riego

Se utilizó el riego por goteo, el mismo que se dotó de acuerdo a las necesidades del cultivo y a las condiciones climáticas presentes manteniendo el criterio de capacidad de campo.

3.9.10. Eliminación de estolones

La eliminación de estolones se realizó durante 10 semanas utilizando tijeras de podar y también se retiraron las hojas viejas y secas.

3.9.11. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual para lo cual se utilizó azadillas y rastrillos y esta labor se la efectuó cada mes hasta el fin del ensayo.

3.9.12. Controles fitosanitarios

La primera aplicación fitosanitaria se la hizo con Protón (1,5 cc/l) y Lorsban (1,5 cc/l) a los 30 días para prevenir el ataque de insectos y pudriciones del tallo y raíz. La segunda aplicación se la realizó a los 75 días del trasplante para controlar ácaros y mosca blanca aplicando Santimec (0,5 cc/l) y Methomex (1 g/l). A los 105 días se aplicó Benomil (1 g/l) más Olate (0,5 g/l) para prevenir botrytis y el ataque de trips. A los 120 días se aplicó Novak (1 g/l) más Abamectina (0,5 cc/l) para controlar ácaros y prevenir botrytis y antracnosis.

3.9.13. Cosecha

Se realizó cuando los frutos alcanzaron la madurez comercial cosechando semanalmente.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Número de flores por planta

Esta variable fue evaluada a los 119, 126 y 133 días. Los resultados de sus respectivos análisis de varianza se presentan a continuación en el cuadro 3.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES POR PLANTA

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F		CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	0,5757	0,376	ns	0,805	1,594	**	0,257	1,018	ns
Calcio	2	0,7901	0,516	ns	0,816	1,614	ns	0,359	1,424	ns
boro	2	0,2593	0,169	ns	0,461	0,912	ns	0,007	0,029	ns
Ca x B	4	0,7253	0,474	ns	1,044	2,066	ns	0,325	1,289	ns
Factorial vs testigo	1	0,1815	0,119	ns	0,519	1,026	**	0,278	1,103	ns
Repeticiones	2	17,526	11,45	**	9,923	19,63	ns	0,406	1,612	ns
Error experimental	18	1,53			0,505			0,252		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coefficiente de variación (%)	12,64	20,28	34,5
Promedio (#)	9,79	10,47	1,46

Se puede observar que para esta variable no existe significación estadística para ninguna de las fuentes, en ninguno de los períodos de toma de datos, con excepción de repeticiones que presenta alta significación en los dos primeros períodos. Esto quiere decir que se acepta la hipótesis nula, es decir que las aplicaciones de calcio y boro no han influido significativamente en el número de flores por planta, factor que más bien depende de la genética del cultivar, así como de factores climáticos. Los coeficientes de variación fueron 12,64, 20,28 y 34,5% respectivamente para cada periodo y los promedios de 9,79, 10,47 y 1,46 flores por planta para los 119, 126 y 133 días.

4.1.2. Número de frutos cuajados por planta

En cuanto a esta variable, los resultados de los respectivos análisis de varianza se reportan en el cuadro 4.

CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS CUAJADOS POR PLANTA

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F		CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	0,1148	0,888	ns	0,365	0,547	ns	0,114	0,936	ns
Calcio	2	0,0936	0,724	ns	0,266	0,4	ns	0,028	0,229	ns
Boro	2	0,0658	0,509	ns	0,526	0,789	ns	0,059	0,483	ns
Ca x B	4	0,1415	1,094	ns	0,393	0,59	ns	0,198	1,628	ns
Factorial vs testigo	1	0,1486	1,149	ns	0,126	0,189	ns	0,059	0,489	ns
Repeticiones	2	2,2343	17,28	**	5,334	8,003	**	1,918	15,81	**
Error experimental	18	0,1293			0,667			0,121		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coefficiente de variación (%)	15,49	18,96	16,76
Promedio (#)	2,32	4,31	2,08

Se observa diferenciación estadística altamente significativa (1%) entre repeticiones en los tres períodos de tiempo analizados. Al igual que para la variable número de flores por planta, el número de frutos cuajados no arroja significación estadística para ninguna de las otras fuentes. Sin duda las dos variables mencionadas están relacionadas. Se acepta la hipótesis nula, es decir, que las aplicaciones de calcio y boro en sus diferentes dosis no influyen significativamente en el número de frutos cuajados. Los coeficientes de variación fueron de 15,49, 18,96 y 16,76% y los promedios 2,32, 4,31 y 2,08 frutos cuajados por planta, a los 119, 126, 133 días, respectivamente.

4.1.3. Diámetro ecuatorial del fruto

En el cuadro 5, se presenta el análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial del fruto, realizada con datos transformados con raíz cuadrada de X, debido a la falta de normalidad en los datos originales. Se puede observar que no

existe significación estadística para ninguna de las fuentes de variación. El coeficiente de variación es de 11,54, 10,99 y 9,05% respectivamente para los 119, 126 y 133 días. Los promedios son de 3,71, 3,37 y 2,53 cm. para los mismos períodos de tiempo.

CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F		CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	0,2271	1,24	ns	0,083	0,607	ns	0,095	1,805	ns
Calcio	2	0,0511	0,279	ns	0,105	0,767	ns	0,094	1,785	ns
Boro	2	0,1144	0,624	ns	0,106	0,776	ns	0,108	2,045	ns
Ca x B	4	0,4263	2,327	ns	0,079	0,579	ns	0,112	2,138	ns
Factorial vs testigo	1	0,0076	0,042	ns	0,009	0,064	ns	0,002	0,033	ns
Repeticiones	2	0,129	0,704	ns	0,169	1,23	ns	0,09	1,72	ns
Error experimental	18	0,1832			0,137			0,053		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coefficiente de variación (%)	11,54	10,99	9,05
Promedio (#)	3,71	3,37	2,53

4.1.4. Diámetro polar del fruto

En el cuadro 6, se observa el análisis de varianza para diámetro polar del fruto donde se muestra que no existe significación estadística para ninguna de las fuentes de variación en ninguno de los períodos de la toma de datos, a excepción de la interacción Ca x B a los 119 días y para repeticiones a los 133 días, en que se observa diferencia significativa a nivel del 5%. Para las otras fuentes de variación se acepta la hipótesis nula, es decir que la aplicación de las diferentes dosis de calcio y boro no influyó significativamente en el diámetro polar del fruto. Los coeficientes de variación fueron de 10,48, 7,97 y 8,89%, mientras que los promedios fueron de 4,08, 3,92 y 2,83 cm de diámetro polar del fruto, a los 119, 126 y 133, respectivamente.

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL FRUTO

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F	ns	CM	F	ns	CM	F	ns
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	0,3537	1,933	ns	0,092	0,941	ns	0,104	1,654	ns
Calcio	2	0,0193	0,105	ns	0,022	0,228	ns	0,104	1,654	ns
Boro	2	0,3081	1,684	ns	0,031	0,314	ns	0,1	1,579	ns
Ca x B	4	0,6288	3,437	*	0,18	1,846	ns	0,132	2,087	ns
Factorial vs testigo	1	0,0127	0,069	ns	3e-04	0,003	ns	0,005	0,073	ns
Repeticiones	2	0,11	0,601	ns	0,097	0,987	ns	0,216	3,421	*
Error experimental	18	0,1829			0,098			0,063		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coefficiente de variación (%)	10,48	7,97	8,89
Promedio (#)	4,08	3,92	2,83

En el cuadro 7 y figura 1 se presenta la prueba de Tukey 5 % para calcio x boro a los 119 días, donde se encuentra un solo rango de significación. El mejor promedio le corresponde a Ca2B1 con 4,51 cm, mientras que el último rango lo ocupa Ca2B3 con 3,26 cm de diámetro polar.

CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO * BORO PARA LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR DEL FRUTO A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (cm)	Rango
Ca2B1	4,51	a
Ca1B2	4,33	a
Ca2B2	4,28	a
Ca3B3	4,22	a
Ca1B3	4,12	a
Ca3B1	4,08	a
Ca3B2	4,04	a
Ca1B1	3,80	a
Ca2B3	3,26	a

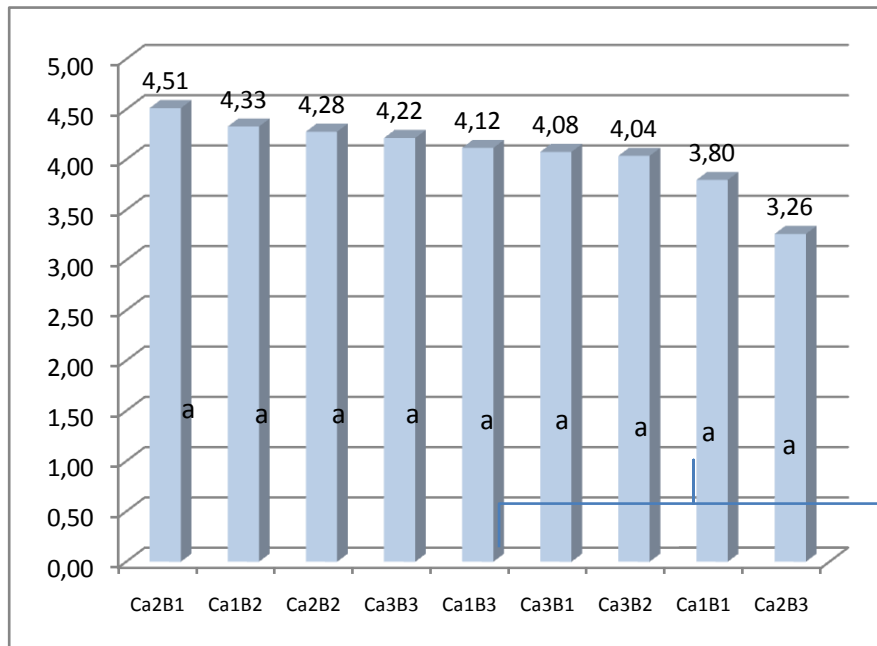


Figura 1. Prueba de Tukey 5% para calcio*boro para la variable diámetro polar del fruto a los 119 días

4.1.5. Peso de fruto

El análisis de varianza para peso de fruto presentado en el cuadro 8, indica que no existe significación estadística para ninguna de las fuentes en ninguno de los períodos de toma de datos, con excepción de repeticiones a los 126 días en que se observa diferencias estadísticas significativas a nivel del 5%. En cuanto a esta variable, tampoco se ve influenciada por las dosis de calcio y boro aplicadas. Los coeficientes de variación fueron de 36,78, 25,88 y 29,8 y los promedios de 24,83, 23,11 y 8,95 gramos, para los datos tomados a los 119, 126 y 133 días respectivamente.

4.1.6. Rendimiento

En el cuadro 9, al analizar el rendimiento se observa que ninguna de las fuentes de variación arroja significación estadística, excepto repeticiones a los 126 días en que se observa diferencia estadística significativas a nivel del 5%. Los

CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DEL FRUTO

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F		CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	103,82	1,245	ns	36,77	1,028	ns	3,867	0,543	ns
Calcio	2	102,8	1,233	ns	39,07	1,092	ns	1,668	0,234	ns
Boro	2	22,942	0,275	ns	7,742	0,216	ns	3,365	0,473	Ns
Ca x B	4	148,95	1,786	ns	55	1,537	ns	6,182	0,869	Ns
Factorial vs testigo	1	87,078	1,044	ns	17,29	0,483	ns	0,012	0,002	Ns
Repeticiones	2	96,319	1,155	ns	366	10,23	**	20,95	2,945	Ns
Error experimental	18	83,408			35,77			7,115		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coeficiente de variación (%)	36,78	25,88	29,8
Promedio (#)	24,83	23,11	8,95

coeficientes de variación son de 22,62, 31,65 y 43,46% para los 119 días, 126 días y 133 días, respectivamente, con promedios de 990,17, 931,8 y 393,7 gramos por parcela, para cada uno de los referidos períodos.

CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F		CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	81780	1,63	ns	49660	0,571	ns	22277	0,761	ns
Calcio	2	108001	2,153	ns	55695	0,64	ns	744,4	0,025	ns
Boro	2	78668	1,568	ns	8751	0,101	ns	9244	0,316	ns
Ca x B	4	41397	0,825	ns	79320	0,912	ns	44522	1,521	ns
Factorial vs testigo	1	197100	3,929	ns	766,8	0,009	ns	2430	0,083	ns
Repeticiones	2	194076	3,869	*	34451	0,396	ns	96203	3,286	ns
Error experimental	18	50164			86960			29277		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coeficiente de variación (%)	22,62	31,65	43,46
Promedio (#)	990,17	931,8	393,7

4.1.7. Número de frutos de primera categoría

En el cuadro 10 se presenta el análisis de varianza para número de frutos de primera categoría, donde se puede apreciar que en los tres períodos de toma de datos para las diferentes fuentes, no existe significación estadística, con excepción de repeticiones a los 126 días y 133 días en que se encuentran diferencias estadísticas significativas a nivel del 5 %. Los coeficientes de variación fueron de 31,63, 31,69 y 50,68%, con promedios de 16,57, 23,20 y 5,93 frutos de primera categoría, para los períodos de tiempo 119, 126 y 133 días respectivamente.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DE PRIMERA

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F		CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	30,596	1,115	ns	19,05	0,353	ns	7,985	0,883	ns
Calcio	2	42,926	1,564	ns	8,037	0,149	ns	2,815	0,311	ns
Boro	2	40,704	1,483	ns	4,148	0,077	ns	8,037	0,889	ns
Ca x B	4	20,648	0,752	ns	32,98	0,61	ns	11,81	1,307	ns
Factorial vs testigo	1	25,515	0,929	ns	15,17	0,281	ns	2,904	0,321	ns
Repeticiones	2	136,93	4,988	*	229,3	4,243	*	8,633	0,955	ns
Error experimental	18	27,452			54,04			9,041		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coefficiente de variación (%)	31,63		31,69		50,68
Promedio (#)	16,57		23,20		5,93

4.1.8. Número de frutos de segunda categoría

Para la variable número de frutos de segunda categoría, el análisis de varianza, (cuadro 11), donde se indica que no existe significación estadística para las fuentes. Los coeficientes de variación calculados fueron de 39,52, 31,76 y 44,82 % y promedios de 15,07, 21,50 y 9,40 frutos de segunda categoría, para cada uno de los periodos de tiempo analizados.

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DE SEGUNDA

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F	ns	CM	F	ns	CM	F	ns
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	31,393	0,886	ns	24,83	0,533	ns	19,39	1,093	ns
Calcio	2	58,815	1,659	ns	30,04	0,644	ns	9,037	0,509	ns
Boro	2	21,37	0,603	ns	25,59	0,549	ns	5,148	0,29	ns
Ca x B	4	23,37	0,659	ns	28,04	0,601	ns	36,54	2,059	ns
Factorial vs testigo	1	28,681	0,809	ns	0,093	0,002	ns	0,015	8e-04	ns
Repeticiones	2	57,633	1,626	ns	36,4	0,781	ns	51,6	2,907	ns
Error experimental	18	35,448			46,62			17,75		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coefficiente de variación (%)	39,52		31,76		44,82
Promedio (#)	15,07		21,50		9,40

4.1.9. Número de frutos de tercera categoría

En el análisis de varianza (cuadro 12) de esta variable, igual que para el número de frutos de primera, como para frutos de segunda, no se presenta significación estadística para ninguna de las fuentes de variación, con excepción de factorial vs testigo a los 119 días. Los coeficientes de variación fueron de 47,90, 43,51 y 52,99% con promedios de 12,33, 33,83 y 17,27 frutos de tercera categoría, para cada uno de los períodos analizados.

Pese a arrojar significación estadística en el ADEVA factorial vs testigo en la prueba de Tukey 5% (cuadro 13 y figura 2) presenta el mismo rango de significación, para el factorial con 3,55 y el testigo con 2,14 frutos.

4.1.10. Número de frutos deformes

En esta variable se puede observar que el análisis de varianza, (cuadro 14), arroja significación estadística a los 119 días para tratamientos, calcio y boro; y alta significación estadística para factorial vs testigo. A los 126 días existe significación estadística únicamente para factorial vs testigo. Finalmente a los 133

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DE TERCERA

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F		CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	50,222	1,439	ns	181,2	0,836	ns	79,91	0,955	ns
Calcio	2	31,815	0,912	ns	108,3	0,5	ns	31,59	0,377	ns
Boro	2	63,259	1,813	ns	297,4	1,372	ns	223,6	2,671	ns
Ca x B	4	16,481	0,472	ns	74,61	0,344	ns	47,93	0,573	ns
Factorial vs testigo	1	195,93	5,614	*	520,8	2,403	ns	17,13	0,205	ns
Repeticiones	2	7,2333	0,207	ns	164	0,757	ns	133	1,589	ns
Error experimental	18	34,9			216,7			83,7		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coefficiente de variación (%)	47,90	43,51	52,99
Promedio (#)	12,33	33,83	17,27

CUADRO 13. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DE TERCERA A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (#)	Rango
Factorial	12,60	a
Testigo	4,58	b

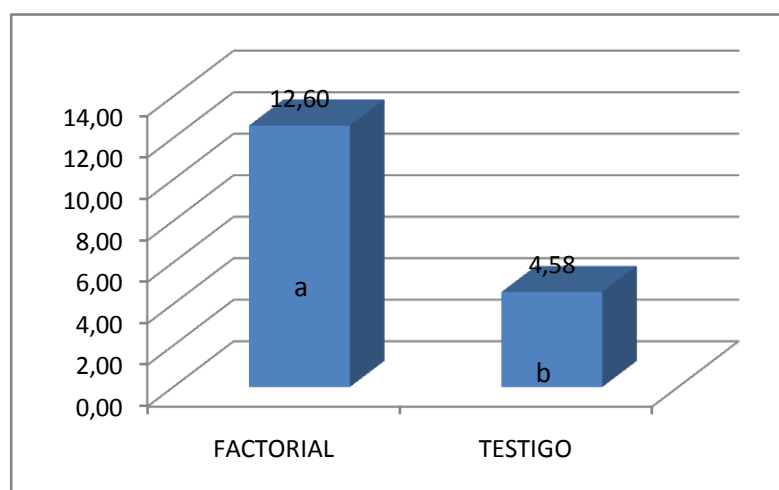


FIGURA 2. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable número de frutos de tercera a los 119 días

días existe alta significación estadística para boro. Los coeficientes de variación fueron de 36,19, 52,42 y 34,69%. En cuanto a los promedios son de 14,07, 19,47 y 19,7 frutos deformes.

CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F	ns	CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	90,356	3,486	*	152,5	1,464	ns	95,14	2,037	ns
Calcio	2	88,037	3,396	*	4,333	0,042	ns	4,111	0,088	ns
Boro	2	114,7	4,425	*	174,8	1,679	ns	332,1	7,112	**
Ca x B	4	14,093	0,544	ns	34,78	0,334	ns	41,56	0,89	ns
Factorial vs testigo	1	351,35	13,55	**	874,8	8,401	**	17,63	0,378	ns
Repeticiones	2	118,03	4,553	*	110,5	1,062	ns	207,7	4,448	*
Error experimental	18	25,922			104,1			46,7		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coeficiente de variación (%)	36,19	52,42	34,69
Promedio (#)	14,07	19,47	19,70

En el cuadro 15 y figura 3, se presenta la prueba de Tukey 5% para tratamientos a los 119 días, se presenta en el rango **a** Ca1B3 con 5,97 y Ca3B3 con 6,27 frutos deformes, mientras que en el rango **b** se ubican el resto de tratamientos, en el caso del testigo es el tratamiento con promedio más alto, esto es de 23,55 frutos deformes.

CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (#)	Rango
Ca1B3	5,97	a
Ca3B3	6,27	a
Ca1B2	10,86	b
Ca1B1	12,13	b
Ca2B3	13,69	b
Ca3B1	15,04	b
Ca2B2	15,17	b
Ca3B2	15,73	b
Ca2B1	18,33	b
T	23,55	b

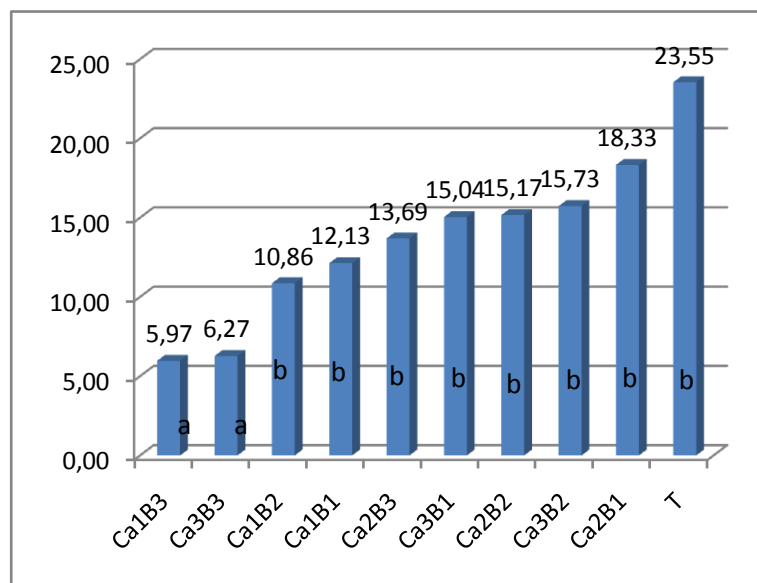


Figura 3. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable número de frutos deformes a los 119 días

En el cuadro 16 y figura 4, se presenta la prueba de Tukey 5% para calcio a los 126 días. Los 3 niveles de Ca se ubican en el mismo rango de significación. El mejor promedio lo presenta Ca1 con 9,45 frutos deformes.

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (#)	Rango
Ca1	9,45	a
Ca3	11,90	a
Ca2	15,67	a

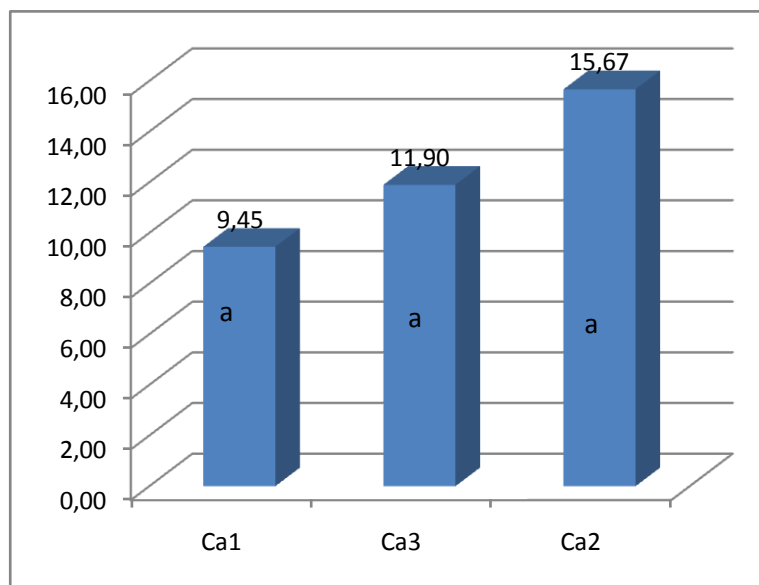


Figura 4. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable número de frutos deformes a los 126 días

En el cuadro 17 y figura 5 se presenta la prueba de Tukey 5% para boro a los 119 días, donde los tres niveles de boro se ubican en un mismo rango, el mejor promedio lo presenta B3 con 8,31 frutos deformes.

CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA BORO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (#)	Rango
B3	8,31	a
B2	13,83	a
B1	15,06	a

En la prueba DMS 5% para factorial vs testigo (cuadro 18 y figura 6) a los 119 días se ubica en el rango **a** al factorial con 12,21 frutos deformes, mientras que en el rango **b** se ubica el testigo con 23,55 frutos deformes.

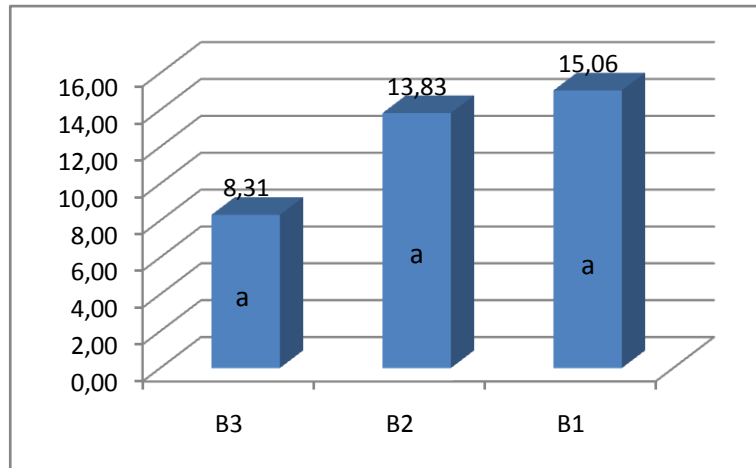


Figura 5. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable número de frutos deformes a los 119 días

CUADRO 18. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (#)	Rango
Factorial	12,21	a
Testigo	23,55	b

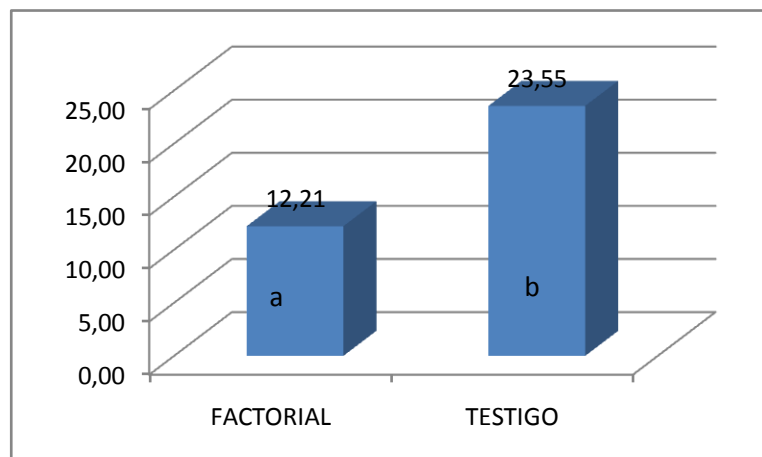


Figura 6. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable número de frutos deformes a los 119 días

En el cuadro 19 y figura 7 se presenta la prueba DMS 5% para factorial vs testigo a los 126 días. El factorial se ubica en el rango **a** con 16,91 frutos deformes mientras que el testigo se ubica en el rango **b** con 33,17 frutos deformes.

CUADRO 19. PRUEBA DMS PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (#)	Rango
Factorial	16,91	a
Testigo	33,17	b

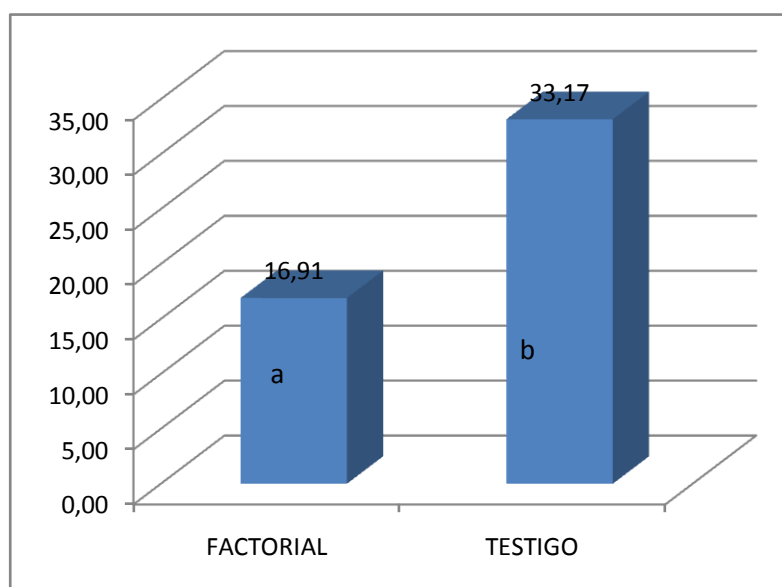


Figura 7. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo la variable número de frutos deformes a los 126 días

En la prueba de Tukey 5% para boro (cuadro 20 y figura 8) a los 133 días los tres niveles de boro se ubican en un mismo rango, el promedio más bajo lo presenta B3 con 12,07 frutos deformes.

CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA BORO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES A LOS 133 DÍAS

Tratamientos	Media (#)	Rango
B3	12,07	a
B2	20,27	a
B1	24,44	a

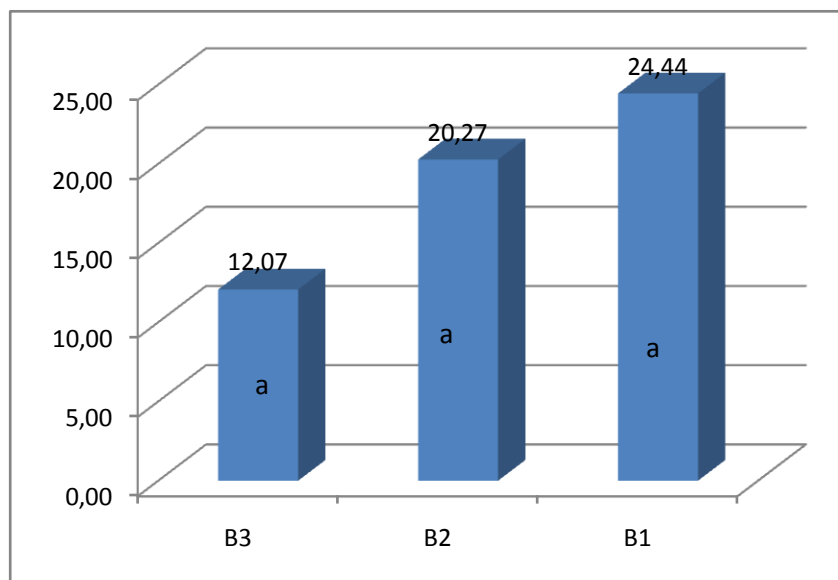


Figura 8. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable número de frutos deformes a los 133 días

4.1.11. Firmeza del fruto

En el análisis de varianza para firmeza de fruto (cuadro 21), se observa para los 119 días alta significación estadística para tratamientos, calcio y

factorial vs testigo. a los 126 y a los 133 días alta significación estadística para tratamientos, calcio y factorial vs testigo, mientras que boro sólo presenta significación a los 126 días. La fuente de variación, repeticiones presenta diferenciación estadística altamente significativa a los 133 días. Los coeficientes de variación fueron de 8,56, 4,58, y 6,66%, mientras tanto los promedios fueron de 1,94, 1,99 y 1,93, en cada uno de los períodos de tiempo analizados.

CUADRO 21. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTOS

Fuente de variación	Gl	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F		CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	0,1608	5,86	**	0,2341	28,22	**	0,1981	11,93	**
Calcio	2	0,1973	7,19	**	0,6144	74,07	**	0,6100	36,73	**
Boro	2	0,0123	0,45	ns	0,0347	4,18	*	0,0008	0,05	ns
Ca x B	4	0,0329	1,20	ns	0,0180	2,17	ns	0,0172	1,04	ns
Factorial vs testigo	1	0,8965	32,68	**	0,7363	88,77	**	0,4927	29,66	**
Repeticiones	2	0,0871	3,18	ns	0,0061	0,73	ns	0,1167	7,03	**
Error experimental	18	0,0274			0,0083			0,0166		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coeficiente de variación (%)	8,56	4,58	6,66
Promedio (lb de presión)	1,94	1,99	1,93

En el cuadro 22 y figura 9 se presenta la prueba de Tukey 5% para tratamientos a los 119 días. Se observa dos rangos de significación: en **b** Ca1B3 y el testigo, mientras que en **a** se ubican los demás tratamientos. El mejor promedio lo presenta Ca3B3 con 2,3.

En la prueba de Tukey 5% (cuadro 23 y figura 10) para calcio a los 119 días, todos los niveles de calcio ocuparon el mismo rango de significación. El mejor promedio lo presenta la dosis alta de calcio Ca3 con 2,16.

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (lb de presión)	Rango
Ca3B3	2,30	a
Ca3B2	2,11	a
Ca3B1	2,05	a
Ca2B3	1,98	a
Ca1B2	1,96	a
Ca2B1	1,95	a
Ca1B1	1,87	a
Ca2B2	1,86	a
Ca1B3	1,81	b
T	1,42	b

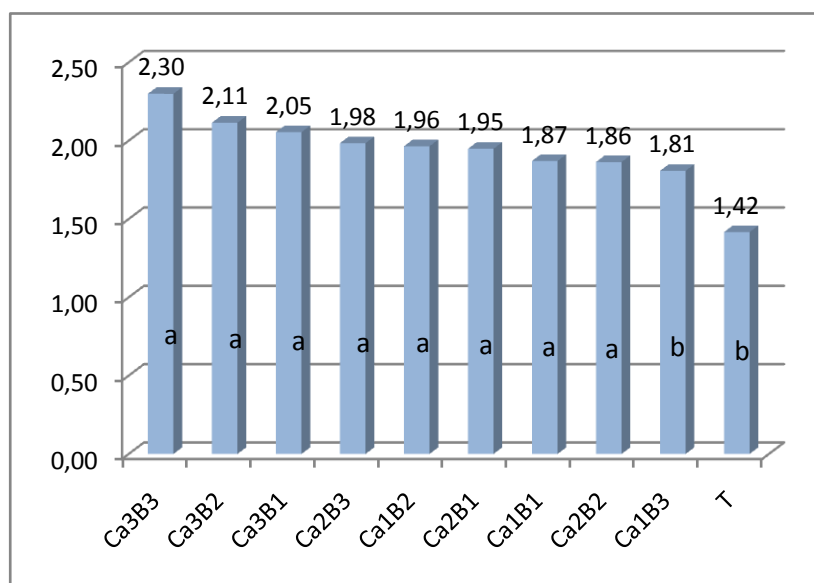


Figura 9. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable firmeza de fruto a los 119 días

CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY PARA CALCIO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (lb de presión)	Rango
Ca3	2,16	a
Ca2	1,93	a
Ca1	1,88	a

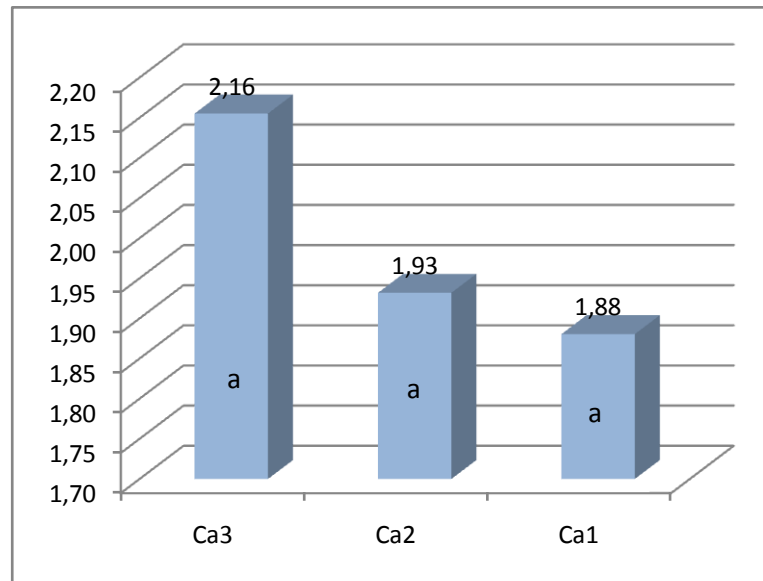


Figura 10. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable firmeza de fruto a los 119 días

En cuanto a factorial vs testigo a los 119 días, la prueba DMS 5% (cuadro 24 y figura 11) indica que el factorial con 1,99 ocupa el rango **a** mientras que el testigo con 1,42 ocupa el rango **b**.

CUADRO 24. PRUEBA DMS PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (lb de presión)	Rango
Factorial	1,99	a
Testigo	1,42	b

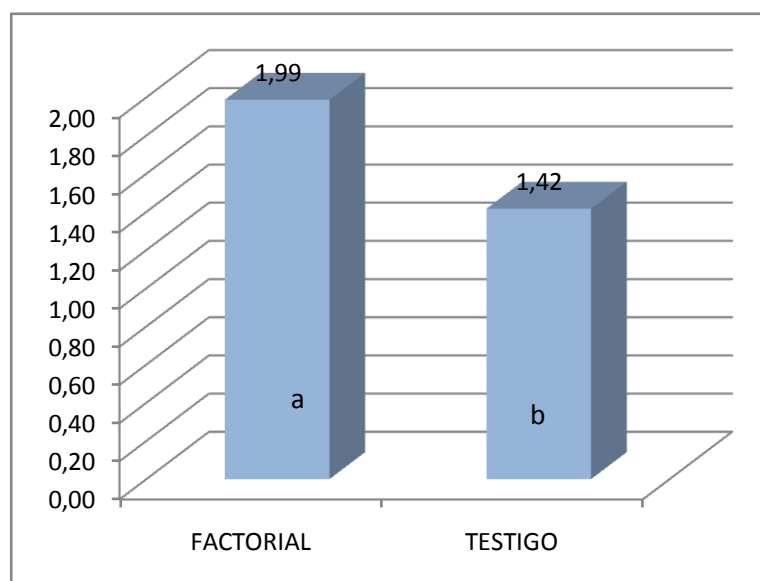


Figura 11. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable firmeza del fruto a los 133 días

A los 126 días para tratamientos, la prueba de Tukey 5% (cuadro 25 figura 12) señala tres rangos de significación, así: en **a** se ubican Ca2B2 con 2,39, Ca1B3 con 2,34, Ca1B2 y Ca1B1 con 2,16. En **b** se ubican los demás tratamientos excepto el testigo que ocupa el rango **c**.

CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (lb de presión)	Rango
Ca2B2	2,39	a
Ca1B3	2,34	a
Ca1B2	2,16	a
Ca1B1	2,16	a
Ca2B3	2,00	b
Ca2B1	1,99	b
Ca3B3	1,78	b
Ca3B1	1,78	b
Ca3B2	1,76	b
T	1,52	c

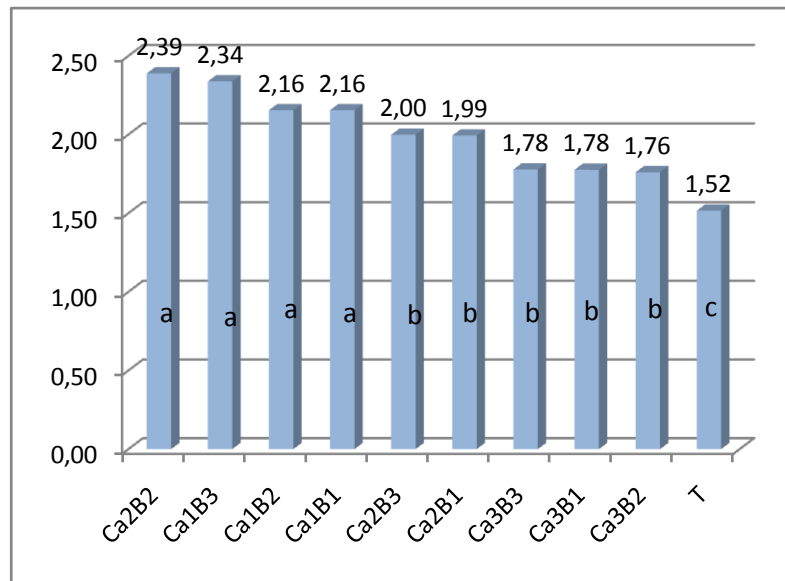


Figura 12. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable firmeza del fruto a los 126 días

En lo referente a calcio, la prueba de Tukey 5% (cuadro 26 y figura 13) a los 126 días, ubica en el rango **a** Ca3 con 2,29 y Ca2 con 2,05, mientras que Ca1 se encuentra en el rango **b** con 1,77.

CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY PARA CALCIO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (lb de presión)	Rango
Ca3	2,29	a
Ca2	2,05	a
Ca1	1,77	b

En el cuadro 27 y figura 14 se presenta la prueba de Tukey 5% para boro, donde se observa que los tres niveles ocupan un mismo rango, presentando el mayor promedio B2 con 2,09.

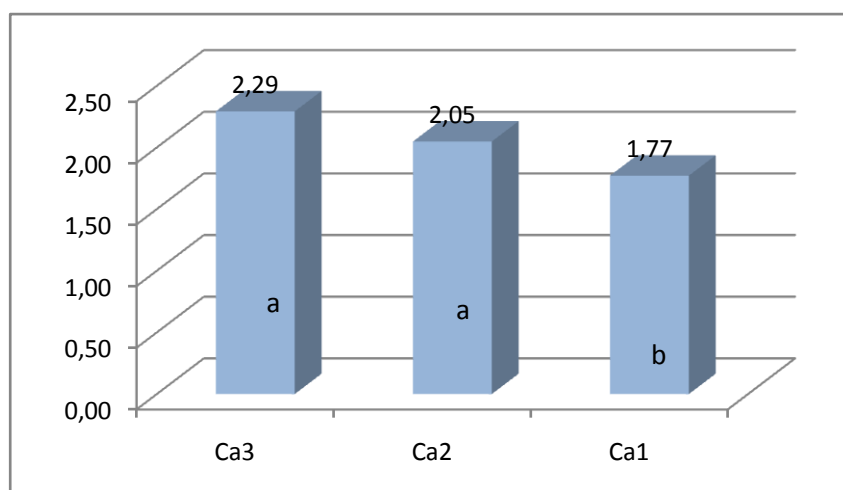


Figura 13. Prueba de Tukey 5% para boro, donde se observa que los tres niveles ocupan un mismo rango, presentando el mayor promedio B2 con 2,09

CUADRO 27. PRUEBA DE TUKEY PARA BORO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (lb de presión)	Rango
B2	2,09	a
B3	2,03	a
B1	1,97	a

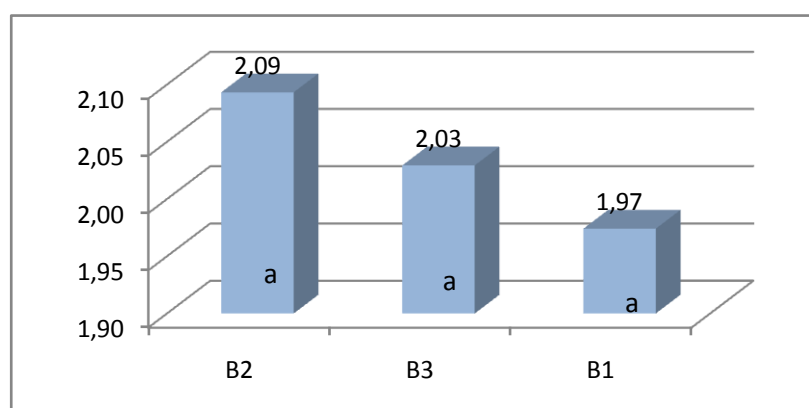


Figura 14. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable firmeza del fruto a los 126 días

En cuanto a factorial vs testigo a los 126 días, en la prueba DMS 5% (cuadro 28, figura 15) se observa que el factorial con 2,03 ocupa el rango **a** mientras que el testigo ocupa el rango **b** con 1,52.

CUADRO 28. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (lb de presión)	Rango
Factorial	2,03	a
Testigo	1,52	b

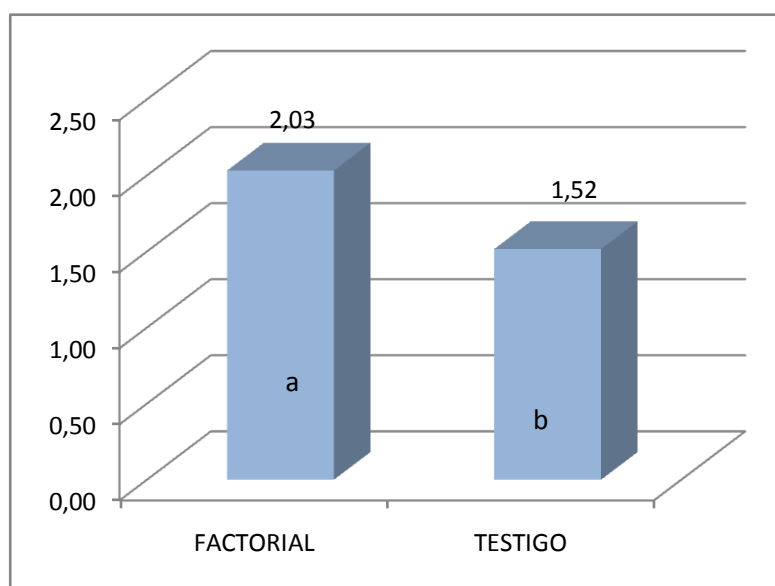


Figura 15. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable firmeza del fruto a los 126 días

A los 133 días la prueba de Tukey 5% para tratamientos (cuadro 29 y figura 16) indica que se obtuvieron dos rangos de significación. En **a** encontramos a calcio con niveles 2 y 3 en sus diferentes combinaciones con boro. Mientras calcio 1 con los diferentes niveles de boro se ubican en **b**. El mejor promedio lo presenta Ca3B3 con 2,28.

CUADRO 29. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 133 DÍAS

Tratamientos	Media (lb de presión)	Rango
Ca3B3	2,28	a
Ca3B2	2,27	a
Ca3B1	2,18	a
Ca2B1	2,07	a
Ca2B2	1,93	a
Ca2B3	1,90	a
Ca1B2	1,75	b
Ca1B3	1,71	b
Ca1B1	1,69	b
T	1,55	b

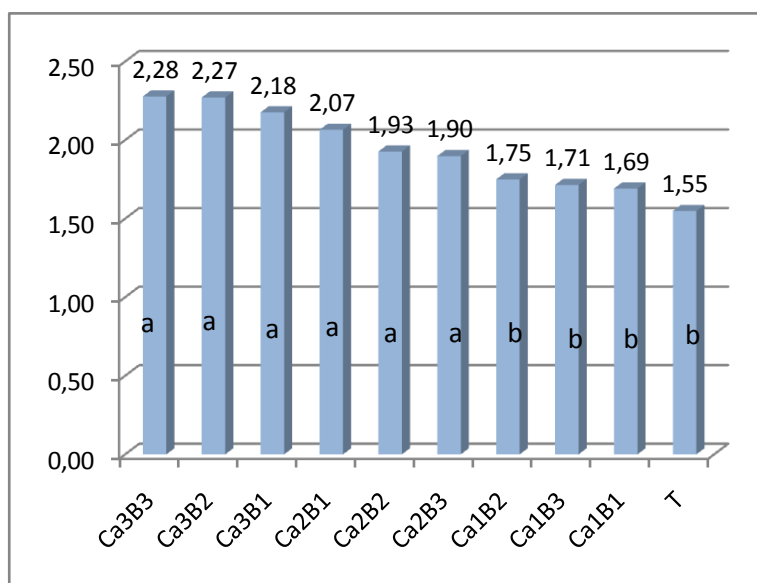


Figura 16. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable firmeza del fruto a los 133 días

En la prueba Tukey 5% para calcio a los 133 días (cuadro 30 y figura 17) se presentan dos rangos de significación. En **a** se ubica Ca3 con 2,24 y Ca2 con 1,96, mientras que en el rango **b** se ubica Ca1 con 1,72.

CUADRO 30. PRUEBA DE TUKEY PARA CALCIO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 133 DÍAS

Tratamientos	Media (la de presión)	Rango
Ca3	2,24	a
Ca2	1,96	a
Ca1	1,72	b

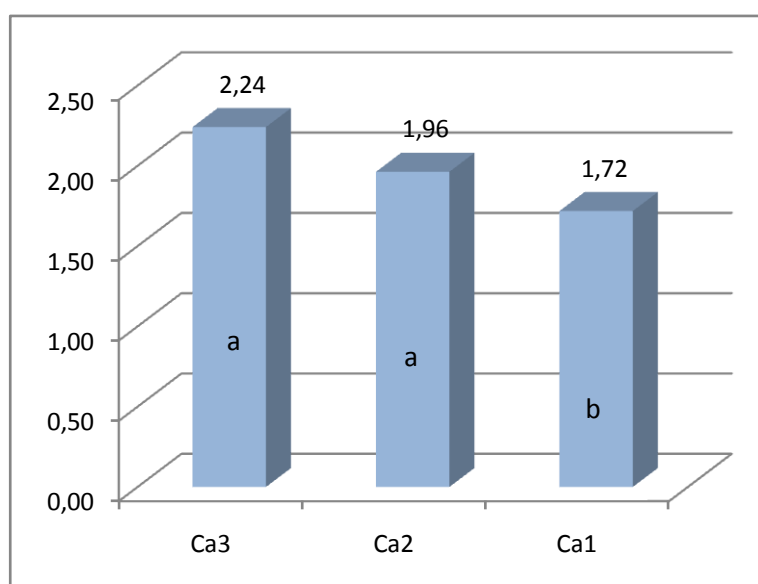


Figura 17. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable firmeza de fruto a los 133 días

La prueba DMS 5% para factorial vs testigo a los 133 días (cuadro 31 y figura 18) muestra en el rango **a** al factorial con 1,97 mientras que el testigo con 1,55 se ubica en **b**.

CUADRO 31. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE FIRMEZA DE FRUTO A LOS 133 DÍAS

Tratamientos	Media (lb de presión)	Rango
Factorial	1,97	a
Testigo	1,55	b

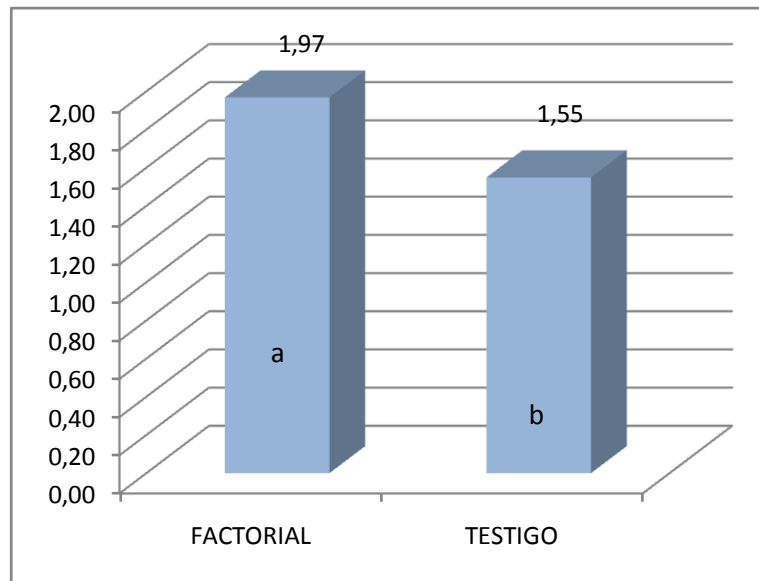


Figura 18. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable firmeza del fruto a los 133 días

4.1.12. Sólidos solubles

En el cuadro 32 se muestra el análisis de varianza para Sólidos Solubles. Se observa a los 119 días, alta significación estadística para tratamientos, boro y factorial vs testigo. A los 126 y 133 días existe alta significación estadística para tratamientos, calcio, boro y factorial vs testigo. Además a los 133 días existe significación estadística para Ca x B. Los coeficientes de variación son de 4,1, 3,1 y 2,69%. Los promedios son de 10,30, 10,37 y 10,43 grados Brix. En esta variable para la mayoría de las fuentes en las tres etapas de la toma de datos se rechaza la hipótesis nula, es decir, que las distintas dosis de calcio y boro aplicadas, influyen en su contenido de sólidos solubles.

En la prueba de Tukey 5% para tratamientos (cuadro 33 y figura 19) a los 119 días, se observan tres rangos de significación, en **a** se ubican la dosis alta de boro con las diferentes combinaciones de calcio y también Ca2B2. El resto de tratamientos ocupa el rango **b**, excepto el testigo que se ubica en **c**. El mejor promedio lo presenta Ca3B3 con 13,66 grados Brix.

CUADRO 32. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES

Fuente de variación	GI	119 días			126 días			133 días		
		CM	F		CM	F		CM	F	
Total	29	.....			.....			.....
Tratamientos	9	12,3000	18,15	**	13,1259	32,51	**	14,0889	46,96	**
Calcio	2	1,3704	2,02	ns	7,7037	19,08	**	6,3704	21,23	**
Boro	2	26,7037	39,40	**	21,8148	54,04	**	29,3704	97,90	**
Ca x B	4	1,8148	2,68	ns	0,5370	1,33	ns	1,3704	4,57	*
Factorial vs testigo	1	47,2926	69,78	**	56,9481	141,06	**	49,8370	166,12	**
Repeticiones	2	0,2333	0,34	ns	1,0333	2,56	ns	0,6333	2,11	ns
Error experimental	18	0,6778			0,4037			0,3000		

ns no significativo; * significativo; ** altamente significativo

Coefficiente de variación (%)	7,89	6,07	5,20
Promedio (#)	10,43	10,47	10,53

CUADRO 33. PRUEBA DE TUKEY PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
Ca3B3	13,66	a
Ca2B3	12,00	a
Ca1B3	11,99	a
Ca2B2	11,66	a
Ca3B2	11,00	B
Ca1B2	10,00	B
Ca1B1	9,29	B
Ca2B1	8,98	B
Ca3B1	8,98	B
T	6,66	c

En cuanto a boro a los 119 días, la prueba de Tukey 5% (cuadro 34 y figura 20) indica dos rangos de significación. En **a** se ubica B3 con 12,54 grados y B2 con 10,88 grados. En el rango **b** se ubica B1 con 9,09.

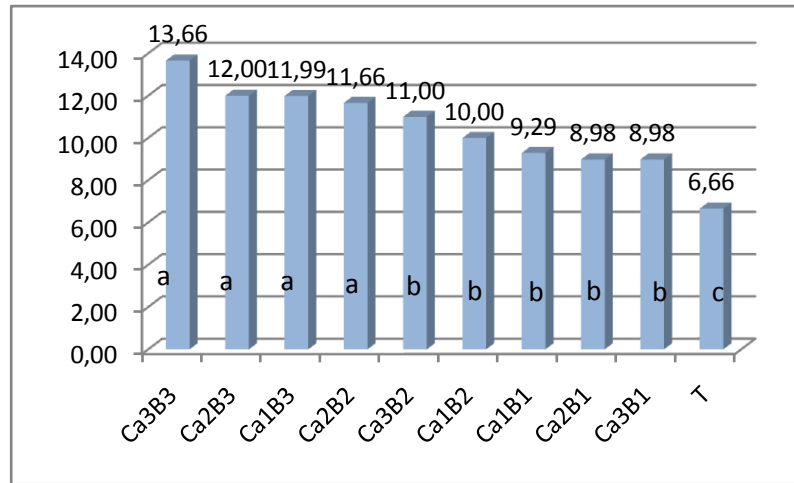


Figura 19. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable sólidos solubles a los 119 días

CUADRO 34. PRUEBA DE TUKEY PARA BORO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
B3	12,54	a
B2	10,88	a
B1	9,08	b

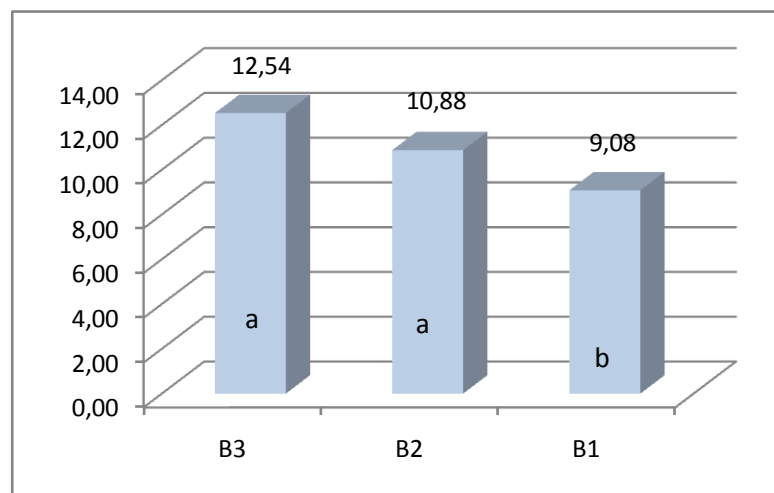


Figura 20. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable sólidos solubles a los 119 días

Para el factorial vs testigo a los 119 días, la prueba DMS 5% (cuadro 35 y figura 21), se muestra dos rangos de significación: en **a** se ubica el factorial con 10,79 grados y en **b** el testigo con 6,66 grados.

CUADRO 35. PRUEBA DMS 5% PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 119 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
Factorial	10,79	a
Testigo	6,66	b

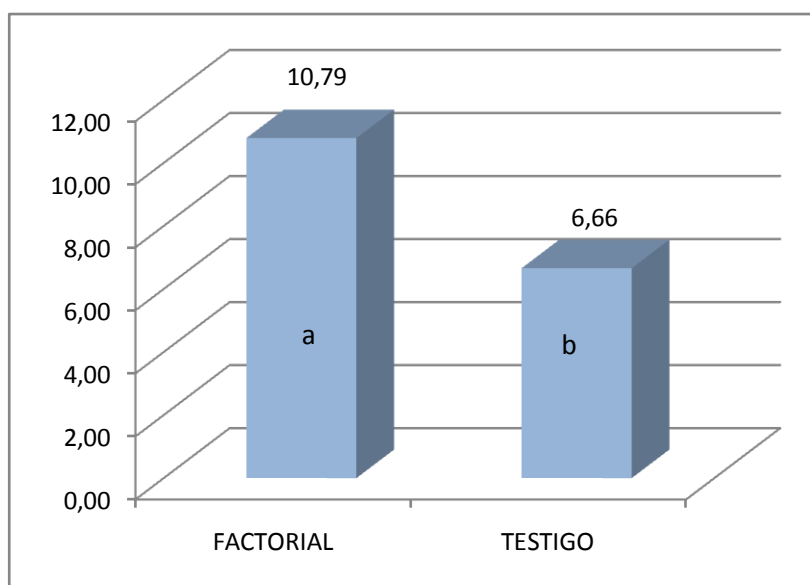


Figura 21. Prueba DMS 5% para boro para la variable sólidos solubles a los 119 días

Para tratamientos a los 126 días, la prueba de Tukey 5% (cuadro 36 y figura 22) se presentan cuatro rangos de significación. En **a** se ubican Ca3B3, Ca2B3 y Ca3B2. En rango **b** el resto de tratamientos, excepto Ca1B1 que se ubica en **c** y el testigo que se ubica en **d**. El mejor promedio lo presenta Ca3B3 con 13,66 grados.

CUADRO 36. PRUEBA DE TUKEY PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
Ca3B3	13,66	a
Ca2B3	12,33	a
Ca3B2	11,66	a
Ca1B3	11,33	b
Ca2B2	11,33	b
Ca1B2	10,00	b
Ca2B1	9,98	b
Ca3B1	9,64	b
Ca1B1	8,33	c
T	6,32	d

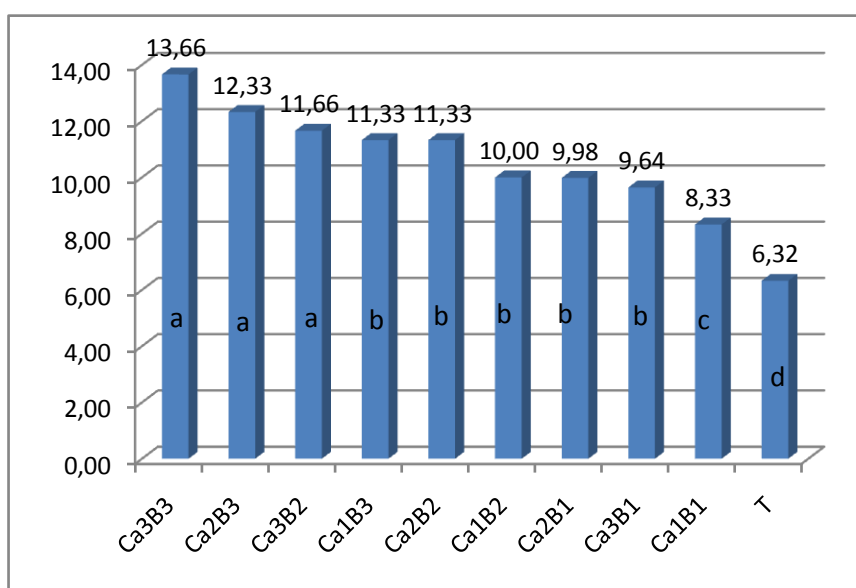


Figura 22. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable sólidos solubles a los 126 días

En la prueba de Tukey 5% para calcio (cuadro 37 y figura 23) a los 126 días los tres niveles ocupan un mismo rango de significación. El mejor promedio lo presenta Ca3 con 11,6 grados Brix.

CUADRO 37. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA CALCIO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
Ca3	11,60	a
Ca2	11,19	a
Ca1	9,85	a

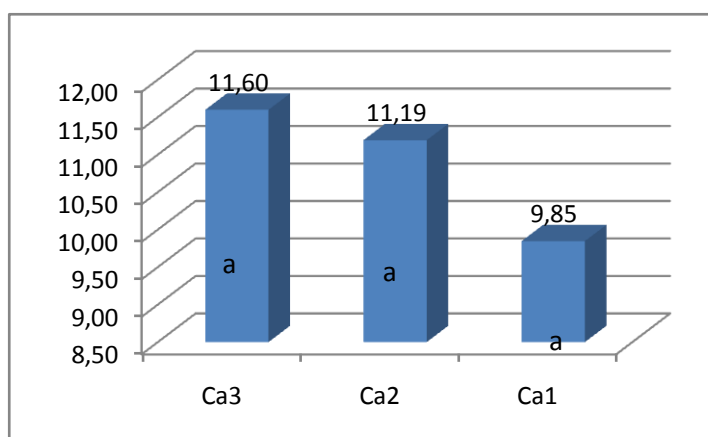


Figura 23. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable sólidos solubles a los 126 días

Para boro a los 126 días, la prueba de Tukey 5% (cuadro 38 y figura 24), se observan dos rangos de significación. En a se ubican B3 con 12,42 y B2 con 10,98, mientras que en b se ubica B1 con 9,3 grados Brix.

CUADRO 38. PRUEBA DE TUKEY 5% PARA BORO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
B3	12,42	a
B2	10,98	a
B1	9,30	b

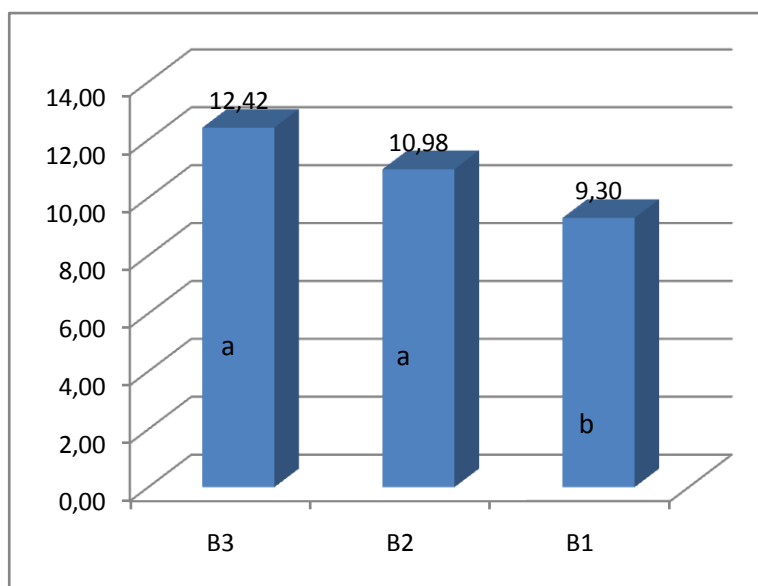


Figura 24. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable sólidos solubles a los 126 días

En la prueba DMS 5% (cuadro 39 y figura 25) para factorial vs testigo a los 126 días, se presentan dos rangos de significación. En **a** se ubica el factorial con 10,87 y en **b** el testigo con 6,32 grados Brix.

CUADRO 39. PRUEBA DMS PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 126 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
Factorial	10,87	A
Testigo	6,32	b

En la prueba de Tukey 5% para tratamientos (cuadro 40 y figura 26) a los 133 días se encuentran cinco rangos de significación. En el rango **a** se ubican Ca3B3 con 13,66, Ca2B3 con 13,0 y Ca2B2 con 12,33 grados Brix. En rango **b** se encuentran Ca1B3, Ca3B2 y Ca1B2. En **c** se ubican Ca2B1 y Ca3B1. En **d** se encuentra Ca1B1 y finalmente en **e** está el testigo.

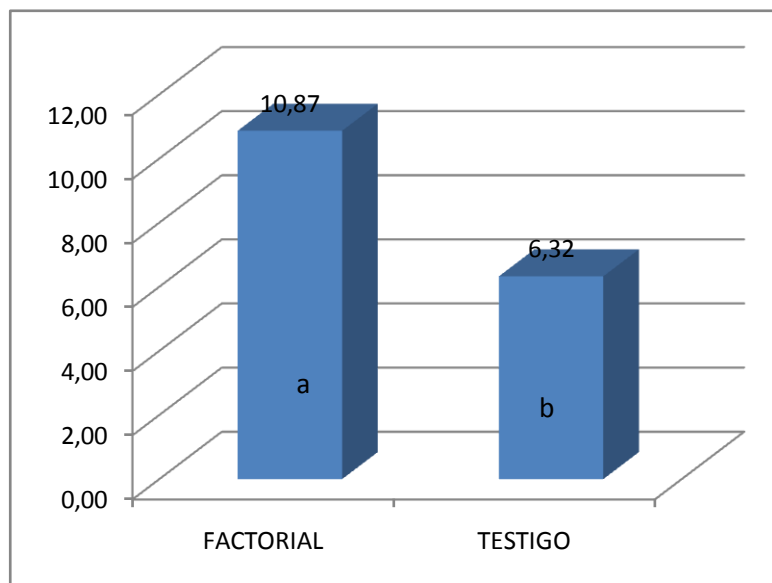


Figura 25. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable sólidos solubles a los 126 días

CUADRO 40. PRUEBA DE TUKEY PARA TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
Ca3B3	13,66	a
Ca2B3	13,00	a
Ca2B2	12,33	a
Ca1B3	11,00	b
Ca3B2	10,98	b
Ca1B2	10,66	b
Ca2B1	9,33	c
Ca3B1	9,33	c
Ca1B1	8,33	d
T	6,66	e

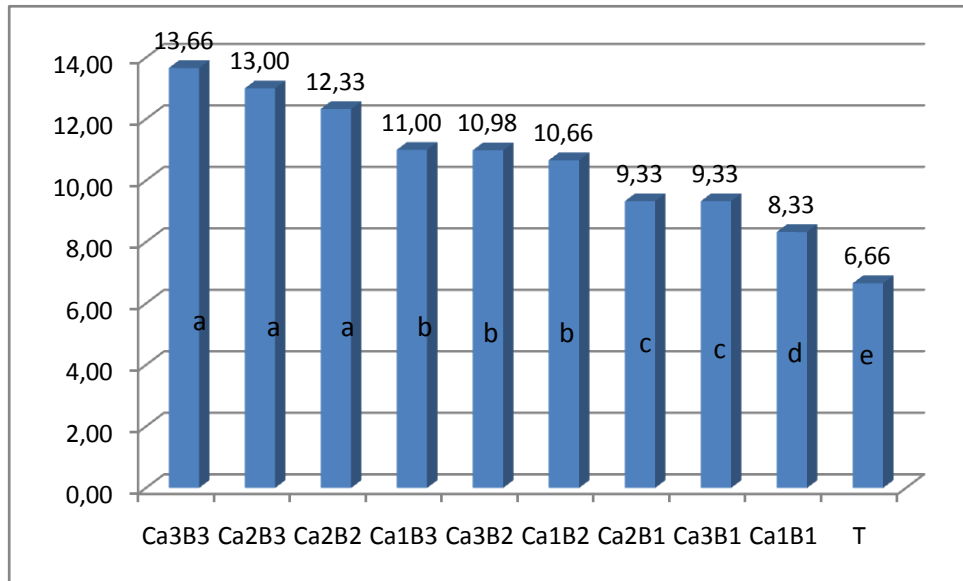


Figura 26. Prueba de Tukey 5% para tratamientos para la variable sólidos solubles a los 133 días

En cuanto a calcio a los 133 días, la prueba de Tukey 5% (cuadro 41 y figura 27) indica que los tres niveles de calcio ocupan un mismo rango. El mejor tratamiento es Ca2 con 11,49 grados Brix.

CUADRO 41. PRUEBA DE TUKEY PARA CALCIO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
Ca2	11,49	a
Ca3	11,26	a
Ca1	9,96	a

En el cuadro 42 y figura 28 se presenta los resultados de la prueba de Tukey 5%, donde se observan dos rangos de significación. En a se ubican B3 con 12,53 y B2 con 11,31 grados Brix.

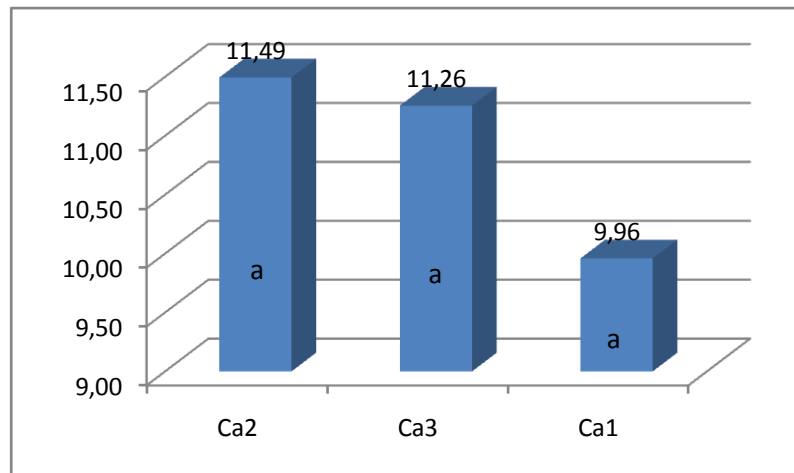


Figura 27. Prueba de Tukey 5% para calcio para la variable sólidos solubles a los 133 días

CUADRO 42. PRUEBA DE TUKEY PARA BORO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
B3	12,53	a
B2	11,31	a
B1	8,99	b

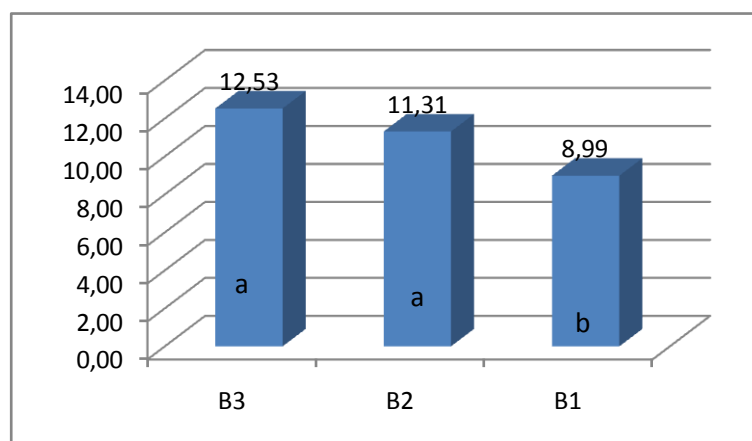


Figura 28. Prueba de Tukey 5% para boro para la variable sólidos solubles a los 133 días

En cuanto a la prueba de Tukey 5% (cuadro 43 y figura 29) para calcio*boro a los 133 días, se muestra en el rango **a** a Ca3B3 con 13,66, Ca2B3 con 13,0 y Ca2B2 con 12,33 grados Brix. En **b** se ubican Ca1B3, Ca3B2 y Ca1B2. Finalmente en **c** se encuentran Ca2B1, Ca3B1 y Ca1B1.

CUADRO 43. PRUEBA DE TUKEY PARA CALCIO * BORO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
Ca3B3	13,66	a
Ca2B3	13,00	a
Ca2B2	12,33	a
Ca1B3	11,00	b
Ca3B2	10,98	b
Ca1B2	10,66	b
Ca2B1	9,33	c
Ca3B1	9,33	c
Ca1B1	8,33	c

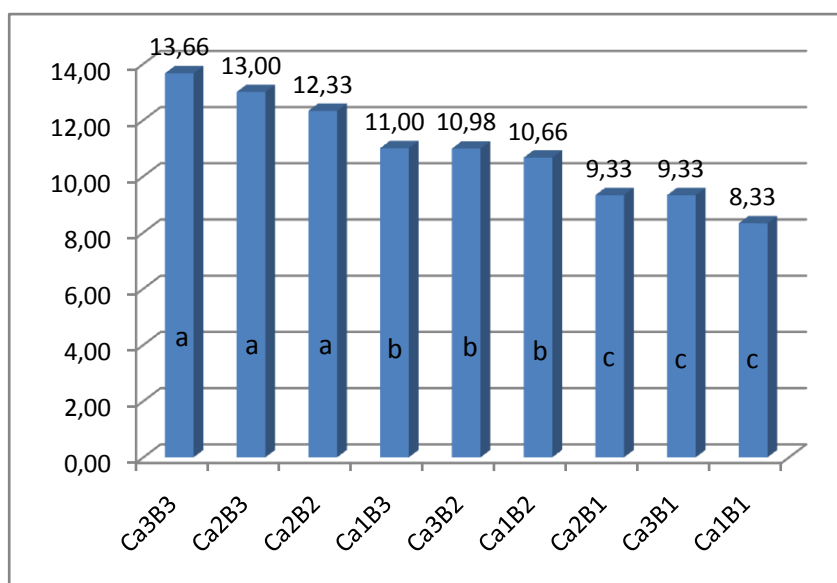


Figura 29. Prueba de Tukey 5% para calcio*boro para la variable sólidos solubles a los 133 días

En la prueba DMS 5% (cuadro 44 y figura 30) para factorial vs testigo se encuentran dos rangos de significación, en a se ubica el factorial con 10,89 y en b el testigo con 6,66 grados Brix.

CUADRO 44. PRUEBA DMS PARA FACTORIAL VS TESTIGO PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 133 DÍAS

Tratamientos	Media (grados Brix)	Rango
Factorial	10,89	a
Testigo	6,66	b

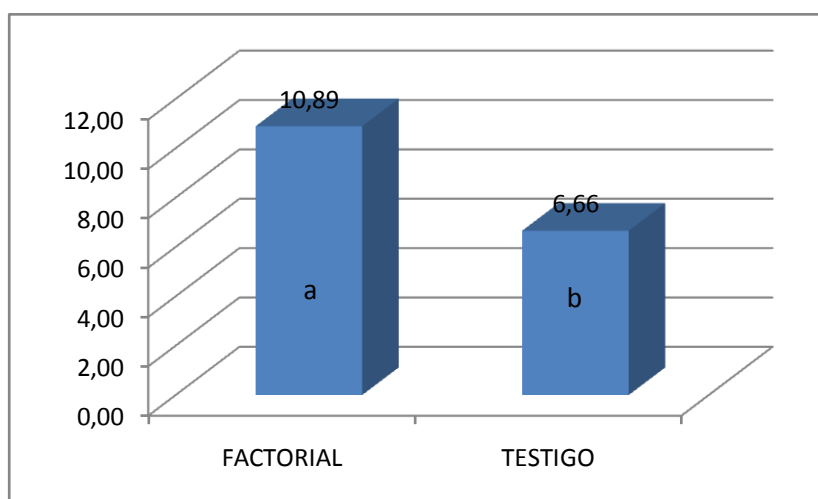


Figura 30. Prueba DMS 5% para factorial vs testigo para la variable sólidos solubles a los 133 días

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

En el cuadro 45 se presentan los costos fijos del ensayo para el área de 120 m², donde se incluyen los valores del arriendo del invernadero, los costos de mano de obra de las labores de cultivo y los insumos utilizados en las mismas. Dichos costos alcanzan los 325,82 dólares, con un costo fijo por tratamiento de 5,97 dólares y un costo fijo por hectárea de 27 151,67 dólares.

CUADRO 45. COSTOS FIJOS DEL ENSAYO (Dólares)

ITEM	Cantidad	Unidad	Costo	Total
Arriendo	1	arriendo	130	130,00
Análisis de suelo	1	análisis	23	23,00
Adquisición de plántulas	980	plántulas	0,08	78,40
Cuarto de hora de frío	3	días	1,5	4,50
Plástico para colchado	66	m	0,29	19,14
Mano de obra	1	jornal	8	8,00
Desinfección del suelo	0,06	jornal	8,00	0,48
- Terrador	50	g	0,017	0,85
- Carbofuran	250	cc	0,018	4,50
Desinfección del suelo				
Fertilización de fondo				-
- 18-46-0	5	kg	0,80	4,00
- Algas Soil	2	kg	0,88	1,76
Mano de obra	0,12	jornal	8,00	0,96
Desinfestación de plántulas				-
- Previcur	7,5	cc	0,021	0,16
Mano de obra	0,01	jornal	8,000	0,08
Control preventivo de insectos				-
pudrición de tallo y raíz				-
- Lorsban	7,5	cc	0,015	0,11
- Proton	7,5	cc	0,023	0,17
Mano de obra	0,03	jornal	8,000	0,24
Control de ácaros y mosca blanca				-
- Santimec	2,5	cc	0,069	0,17
- Methomex	5	g	0,021	0,11
Mano de obra	0,03	jornal	8,000	0,24
Control de botrytis y trip en				-
forma preventiva				-
-Benomil	5	g	0,02	0,10
-Olate	2,5	g	0,01	0,03
Mano de obra	0,03	jornal	8,000	0,24
Control de botrytis y antracnosis				-
y ácaros en forma preventiva				-
-Novak	5	g	0,035	0,18
-Abamectina	2,5	cc	0,069	0,17
Mano de obra	0,03	jornal	8,000	0,24
Trasplante	2	jornal	8	16,00
Deshierbas	1	jornal	8	8,00
Riegos	2	jornal	8	16,00
Podas	1	jornal	8	8,00
Costo fijo total del ensayo				325,82
Costo fijo total por parcela				5,97
Costo fijo por hectáreas				27151,67

A continuación, en el cuadro 46, se encuentran los costos que varían por tratamiento, considerando los costos de los productos aplicados y la mano de obra para la operación. Cabe indicar que se efectuaron 6 aplicaciones y los detalles del cálculo se encuentran en el anexo 12. Además se hacen constar los costos que varían para una hectárea.

CUADRO 46. COSTOS QUE VARÍAN (Dólares)

No	Tratamiento	Calcio	Boro	Total	Costo/trat/ha
1	Ca1B1	0,458	0,47	0,928	4218,18
2	Ca1B2	0,458	0,478	0,9355	4252,27
3	Ca1B3	0,458	0,485	0,943	4286,36
4	Ca2B1	0,476	0,47	0,946	4300,00
5	Ca2B2	0,476	0,478	0,9535	4334,09
6	Ca2B3	0,476	0,485	0,961	4368,18
7	Ca3B1	0,494	0,47	0,964	4381,82
8	Ca3B2	0,494	0,478	0,9715	4415,91
9	Ca3B3	0,494	0,485	0,979	4450,00
10	T	0	0	0	0,00

En cuanto a los costos totales por tratamiento, se obtuvieron sumando los costos fijos y los costos que varían por tratamiento para un área de 2,20 m². Se puede observar que el tratamiento de mayor costo es Ca3B3, debido a que se usaron las dosis más altas de calcio y boro, mientras que el tratamiento más económico es el testigo con 5,97 dólares. Cabe resaltar que como es lógico el mayor rubro en los costos resultan ser los costos fijos. Además se hacen constar los costos totales por hectárea (cuadro 47).

CUADRO 47. COSTOS TOTALES (Dólares)

No	Tratamiento	Por parcela			Por hectárea		
		C. fijos	C. que varían	C. totales	C. fijos	C. que varían	C. totales
1	Ca1B1	5,97	0,928	6,90	27151,67	4218,18	31369,85
2	Ca1B2	5,97	0,9355	6,91	27151,67	4252,27	31403,94
3	Ca1B3	5,97	0,943	6,91	27151,67	4286,36	31438,03
4	Ca2B1	5,97	0,946	6,92	27151,67	4300,00	31451,67
5	Ca2B2	5,97	0,9535	6,92	27151,67	4334,09	31485,76
6	Ca2B3	5,97	0,961	6,93	27151,67	4368,18	31519,85
7	Ca3B1	5,97	0,964	6,93	27151,67	4381,82	31533,49
8	Ca3B2	5,97	0,9715	6,94	27151,67	4415,91	31567,58
9	Ca3B3	5,97	0,979	6,95	27151,67	4450,00	31601,67
10	T	5,97	0	5,97	27151,67	0,00	27151,67

4.3. DISCUSIÓN

De los resultados presentados se puede observar que para las variables: número de flores por planta, número de frutos cuajados, diámetro ecuatorial, diámetro polar, rendimiento, número de frutos de primera, de segunda y de tercera categoría, se acepta la hipótesis nula, esto quiere decir que las dosis aplicadas de Carboxy Calcio de 0,5, 1,0 y 1,5 cc/l y de 2,0, 2,5 y 3,0 cc/l de Back Boro que no influyeron significativamente en dichas variables.

En lo referente a número de frutos deformes se puede observar la influencia de aplicación de dosis altas de boro, esto es de 3 cc/l potencializadas con Ca contribuyen a disminuir la aparición de frutos deformes. Dicha aplicación contribuye a satisfacer la demanda por parte de la planta, ya que según el análisis de suelo se encuentra al boro en un nivel medio con 1,3 ppm. Cabe anotar que la media de frutos deformes por parcela a los 119 días que es de 13,18 frutos/32 plantas, es bastante bajo. Este número se incrementa a 18,35 y 18,75 para los 126 y 133 días. En cuanto a la comparación entre el factorial y el testigo, se puede notar claramente que las aplicaciones de calcio y boro contribuyen a disminuir el número de frutos deformes, pues mientras que en el factorial dicho número es de 12,21, 16,91 y 18,55; en el testigo es de 23,55, 33,17, 20,50 frutos deformes, respectivamente para los 119, 126

y 133 días. Se puede además observar que el número de frutos deformes se incrementa a medida que la planta va madurando. Agrotecnología (2009) indica que Back Boro aumenta el cuaje frutos y mejora su calidad.

Para la variable firmeza, se observa que la aplicación de las dosis alta (1,5 cc/l) y media (1,0 cc/l) de calcio, contribuyen a mejorar la firmeza del fruto, característica, ésta, muy importante para los procesos de comercialización y poscosecha. Con dosis altas de Ca, se obtienen promedios de firmeza de 2,16, 2,29 y 2,24; con dosis medias de Ca, los promedios son de 1,93, 2,05 y 1,96, frente a los promedios obtenidos con dosis baja de Ca que son de 1,88, 1,77 y 1,72. Los promedios de firmeza para los períodos evaluados van entre 1,3 y 1,4. Al comparar el factorial con el testigo siempre el primero aventaja al segundo ocupando un mejor rango de significación. Pese a que en el análisis de suelo, muestra un nivel alto con 28,94 meq/100 ml, las aplicaciones de Ca en dosis alta y media mejoraron esta variable, debido al importante papel que el Ca desempeña como componente esencial de la lámina media y de la pared celular.

Las aplicaciones de boro por su parte, contribuyeron a incrementar los sólidos solubles expresados en grados Brix, como se demuestra al observar las pruebas de Tukey 5%. Las dosis alta (3,0 cc/l) y media (2,5 cc/l) se presentan en un mejor rango de significación frente a la dosis baja (2,0 cc/l). Así los promedios son de 12,54, 12,42 y 12,53 grados Brix para dosis alta; mientras que para la dosis media, dichos promedios son de 10,88, 10,98 y 11,31 grados Brix; finalmente para dosis baja, son de: 9,08, 9,30 y 8,99 grados Brix, respectivamente para los 119, 126 y 133 días.

En cuanto a los costos, el tratamiento que alcanza los costos más elevados es Ca3B3 con 31 601,67 dólares y el más económico el testigo con 27151,67 dólares por hectárea. Como es lógico la diferencia entre tratamientos está dada por los costos que varían, en este caso, las aplicaciones de calcio y boro. Cabe además señalar que el mayor importe dentro de los costos se refiere a los costos fijos.

4.4. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos de la aplicación foliar de tres dosis de calcio y tres dosis de boro en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa. Duch*) cultivar oso grande, bajo cubierta, permiten aceptar la hipótesis, por cuanto, las dosis de Carboxy calcio y Back boro, influyeron significativamente, disminuyendo el número de frutos deformes, mejoraron la firmeza del fruto e incrementaron los contenidos de sólidos solubles. Por otro lado, se acepta la hipótesis nula, por cuanto las dosis de Carboxy calcio y Back boro, no influyeron significativamente en el número de flores por planta, número de frutos cuajados, diámetro ecuatorial, diámetro polar, rendimiento, número de frutos de primera, de segunda y de tercera categoría.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En cuando a las variables número de flores por planta, número de frutos cuajados por planta, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto, peso del fruto, rendimiento del fruto, número de frutos de primera, segunda y tercera categoría, las dosis de calcio y boro aplicadas no provocan un desarrollo y rendimiento marcadamente diferente en la fresa cultivar Oso Grande, por el contrario se observa un comportamiento similar en todos los tratamientos aplicados.

La aplicación de Ca y B contribuyen a disminuir el número de frutos deformes. Así se puede observar que los tratamientos Ca1B3 y Ca3B3 con promedios de 5,97 y 6,27 frutos deformes respectivamente ocupan el mejor rango de significación, esto se ratifica al observar que el Factorial ubicado en el rango a con 12,21 frutos deformes, presenta un número de frutos deformes inferior al testigo que reporta 23,55 frutos deformes en el rango b.

En lo referente a la variable firmeza del fruto la dosis alta y media de calcio presenta los mejores promedios en los diferentes períodos evaluación. Así mismo al comparar el factorial con el testigo siempre el primero aventaja al segundo mencionado. Esto se explica por la acción del calcio que es parte de los pectatos que hacen parte de la estructura de la lámina media, una de cuyas funciones principales es de cementante de las células. Por su parte el boro sinergiza esta acción.

Respecto a la variable sólidos solubles, las dosis altas y media de boro permiten contenidos más elevados de sólidos solubles. En los tres períodos evaluados los tratamientos aplicados manifiestan mejores resultados que el testigo, pues el boro contribuye a la movilidad de los carbohidratos

En cuanto a los costos, el tratamiento que alcanza los costos más elevados es con Ca3B3 con \$ 31 601,67 y el más económico el testigo con \$ 27 151,67, por hectárea.

5.2. RECOMENDACIONES

Para mejorar la firmeza del fruto, el contenido de sólidos solubles y disminuir el número de frutos deformes aplicar 1 a 1,5 cc/l de calcio y 2,5 a 3 cc/l de boro, dependiendo del análisis de suelo. No se recomienda aplicar dosis inferiores de calcio y boro, pues no determinan resultados convenientes.

Aplicar calcio y boro para procurar frutos más firmes que conserven sus características durante la cosecha y poscosecha, donde actualmente se advierten considerables pérdidas.

Probar la aplicación de dosis más elevadas de calcio y boro, pues sobre todo en cuanto a la firmeza de fruto, este es un atributo de calidad muy apreciado en el mercado.

Considerar los resultados obtenidos en esta investigación dentro de una propuesta integral de un paquete tecnológico completo que incluya aspectos como: manejo sanitario, nutricional y comercialización.

CAPÍTULO 6 PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Aplicación foliar de calcio y boro en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*. Duch) cultivar Oso Grande, bajo cubierta.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

La inadecuada aplicación foliar de elementos esenciales como calcio y boro en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*, Duch) en la provincia de Tungurahua determina la mala calidad de los frutos y la baja productividad causando pérdidas económicas importantes en 40% a los agricultores.

La producción nacional de fresa registra un aumento constante, lo que hace suponer que sus perspectivas son promisorias y que puede convertirse en una excelente alternativa para diversificar el cultivo y la exportación. La fresa es un producto agrícola de gran demanda en el país, por sus características organolépticas, las cuales permiten elaborar productos alimenticios procesados conservando su valor nutritivo y características sensoriales (Álvarez y Morales, 2008).

La alimentación de los pueblos está relacionada con las exigencias del mercado nacional e internacional, lo que demanda el desarrollo de tecnología contemporánea en los procesos de producción, manejo agronómico, conservación y comercialización. Además, exige un amplio conocimiento de las propiedades físicas, químicas y térmicas de las frutas, información indispensable para manejar adecuada y eficientemente las operaciones de recolección, clasificación, limpieza, empaque, almacenamiento, asegurando una excelente calidad para su comercialización (Infoagro, 1997).

6.3. OBJETIVOS

Aplicar de 1 a 1,5 cc/l de calcio y de 2,5 a 3,0 cc/l de boro, dependiendo del análisis de suelo, para mejorar la firmeza del fruto, contenido de sólidos solubles y disminuir la cantidad de frutos deformes, mejorando consecuentemente la producción y productividad del cultivo de fresa variedad Oso Grande, bajo cubierta.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El Ecuador produce 30 000 toneladas mensuales de esta fruta, 60% es para consumo nacional en fruta fresca o procesada y el resto se exporta al vapor y en fresco a países como EEUU, España y los Países Bajos. Según la Corporación de Promoción de Exportación e Inversiones (Corpei), la exportación de fresa en el 2002 fue hacia Holanda y Colombia con 122 toneladas, en el 2003 se registraron los volúmenes más altos: 143 toneladas hacia EEUU. En el 2006 se vendieron 1460,56 toneladas a EEUU, mientras que en el 2007 se envió 415,42 toneladas, entre el 2006 y el 2007 no hubo exportaciones, no obstante la fresa al vapor (almíbar) es la que más acogida tiene en el mercado (El Comercio, 2007).

En Tungurahua, la producción de esta fruta es del 20% del total nacional, sin embargo en la Planta Hortofrutícola Ambato (Planhofa), de la producción mensual nacional se procesan 15 000 kilos, el 50% es de Yaruquí (Pichincha) y el resto de Tungurahua; Planhofa requiere 10 000 kilos adicionales para abastecer el mercado local. Además el 70% de la producción va en pulpa pasteurizada y congelada con la marca Frisco a la empresa Ecuajugos y el restante se transforma en mermelada para la elaboración de yogur Tony o Alpina, o se vende en los supermercados (El Comercio, 2007).

6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Caracterización del invernadero

El cultivo deberá llevarse en un invernadero con plástico para cubierta blanco Israel calibre 6, varilla de media cubierta de manguera negro-plástico, altura de cumbre 2,50 m, altura de canal 1,50, camas acolchadas por plástico negro y con cinta a goteo.

6.5.2. Preparación de suelo

La preparación del suelo será manual, 10 días antes del trasplante, procediendo a roturar y nivelar el suelo, utilizando azadones y rastrillos.

6.5.3. Descontaminación del suelo

La descontaminación del suelo se efectuará siete días antes del trasplante con Terraclor (1 g/l) más Carbofurán (1 cc/l), todo en 50 l, aplicando al suelo en drench con bomba a mochila.

6.5.4. Acolchado

El acolchado se realizará dos días antes del trasplante con plástico negro, extendiéndolo sobre las platabandas, para luego realizar el hoyado, para lo cual se utilizará latas de atún.

6.5.5. Adquisición de plántulas

Las plántulas del híbrido Oso Grande se adquirirán en perfecto estado fitosanitario, con una masa radicular abundante, lo que facilitará que exista un mejor porcentaje de prendimiento. Las plántulas se someterán a horas frío a una temperatura de 4 a 5°C, por el lapso de tres días, ubicando en gavetas con papel periódico húmedo, para mantener una buena humedad y así evitar que se deshidraten.

6.5.6. Desinfección de las plántulas

Se desinfectarán las plántulas con Previcur (1,5 cc/l), para lo cual se prepara 15 l de la solución, procediendo a sumergir las plántulas por dos minutos para luego proceder al trasplante.

6.5.7. Aplicación foliar de calcio y boro

La aplicación de calcio y boro se realizará vía foliar. El calcio se aplicará en dosis de 1 a 1,5 cc/l y el boro de 2,5 a 3,0 cc/l, rociando completamente las plantas.

6.5.8. Riegos

Se utilizará el riego por goteo, el mismo que se dotará de acuerdo a las necesidades del cultivo y a las condiciones climáticas presentes, manteniendo el criterio de capacidad de campo.

6.5.9. Eliminación de estolones

La eliminación de estolones se efectuará durante 10 semanas utilizando tijeras de podar, retirando también hojas viejas y secas.

6.5.10. Control de malezas

El control de malezas será manual, utilizando azadillas y rastrillos, efectuando deshierbes cada mes hasta el fin del cultivo.

6.5.11. Controles fitosanitarios

Los controles fitosanitarios serán preventivos, para evitar el ataque de plagas como ácaros, pulgones, etc y enfermedades como botrytis, etc.

6.5.12. Cosecha

La cosecha se efectuará cuando los frutos alcancen la madurez comercial, efectuándose cosechando semanales.

BIBLIOGRAFÍA

- Alsina Grau. 1984. Cultivo de fresas y fresones. Barcelona, España, Sintesis. 143 p.
- Álvarez, A.; Morales, I. 2008. Guía de frutilla. Riobamba-Ecuador. 89 p.
- Branzati, E.C. 1989. La fresa. Madrid, España, Mundi prensa. 213 p.
- Biblioteca de fertilidad y fertilizantes. 2010. Micronutrientes boro en la agricultura. Consultado 8/09/2010. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/micronutrientes%20-%20boro%20en%20la%20agricultura.asp>.
- Enciclopedia agropecuaria. 1995. Producción agrícola. Bogotá, Colombia, Terranova. 321 p.
- Ecuador. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. 1995. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Informe nuevo aniversario. Quito. 176 p.
- Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 1994. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. Cevallos, Ecuador. 5 p.
- Font Quer. 1986. La frutilla o fresa, estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 232 p.
- Infoagro. 1997. Frutas tradicionales. Consultado 8/09/2010. Disponible en http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/fresas.htm.
- Ingeniería Agrícola. 2001. Cultivo de la fresa. Consultado 16/09/2010. Disponible en <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/fresa.htm>.
- Gorbea, M. 2010. Boro. Consultado 18/09/2010. Disponible en <http://www.nutriterra.cl/dv/biblioteca/boro%5b1%5d.pdf>.
- Manual para la siembra de fresas. 2010. Establecimiento de una plantación de fresas o frutillas. Consultado 16/09/2010. Disponible en <http://www.drcalderonlabs.com>.
- Martínez, J. 2005. Evaluación de un paquete nutrihormonal en tres dosis cultivo fresa (*Fragaria vesca*) variedad Oso Grande. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 89 p.
- Montes, L.M. 1986. Las fresas. Buenos Aires, Argentina, Albatros. 127 p.
- Olivares, J. 2005. Fertilización biológicas de las plantas. Consultado 12/08/2010. Disponible en <http://www.eez.csic.es/~olivares/otros/fertilizplantas.htm>.
- Parra, J.; Quishpe, C. 2006. Evaluación de cuatro niveles de un paquete nutrihormonal en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) cultivar Oso

Grande. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 98 p.

Ramírez, F. 2010. Fertilización foliar. Consultado 17/09/2010. Disponible en http://www.agrobanco.com.pe/fertilizacion_foliar.pdf.

Tetra. 2004. La importancia del calcio. Consultado 18/09/2010. Disponible en <http://www.tetrattec.com./agriculture>.

Trinidad, A.; Aguilar, D. 2000. Fertilización foliar, un respaldo importante en los rendimientos de los cultivos. Consultado 17/09/2010. Disponible en <http://search.conduit.com/Results.aspx?q=fertilizacion+foliar+&hl=en&SearchSourceOrigin=10&SelfSearch=1&ctid=CT2233703>.

APÉNDICE

ANEXO 1. NÚMERO DE FLORES POR PLANTA

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	9,00	10,50	11,50	2,50	4,17	6,17	1,17	1,00	2,50
Ca1B2	9,33	10,00	9,67	2,83	3,17	4,50	0,83	1,50	2,00
Ca1B3	7,83	10,00	13,17	2,67	3,17	5,83	2,17	2,00	1,50
Ca2B1	7,83	11,00	11,00	3,00	3,00	2,83	1,50	1,00	1,17
Ca2B2	8,00	8,83	11,00	2,67	2,33	4,50	1,33	0,67	1,50
Ca2B3	9,83	7,00	11,17	3,17	3,83	4,50	0,67	1,50	2,00
Ca3B1	8,67	10,17	10,33	2,83	3,33	6,33	1,83	1,83	1,17
Ca3B2	8,67	10,33	12,17	3,33	2,67	4,17	1,67	1,33	2,83
Ca3B3	10,00	7,33	10,67	2,83	2,17	3,33	1,33	1,00	1,17
T	7,17	9,83	11,67	2,50	2,50	4,33	1,33	1,17	1,00

ANEXO 2. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	2,00	2,00	2,83	3,50	3,83	6,17	1,67	2,33	2,83
Ca1B2	1,83	2,50	2,50	3,83	4,67	3,83	2,33	1,83	2,33
Ca1B3	2,17	1,67	3,17	3,67	5,33	5,83	1,50	1,50	3,00
Ca2B1	2,00	2,33	3,50	2,83	4,17	5,00	1,67	2,17	2,17
Ca2B2	2,17	2,17	3,00	3,83	4,17	5,00	1,67	1,50	2,33
Ca2B3	2,17	1,67	3,17	4,67	2,83	5,17	2,67	1,83	2,83
Ca3B1	1,67	2,17	2,17	3,50	3,50	4,17	1,83	1,67	2,00
Ca3B2	2,00	2,83	3,00	3,67	4,83	5,33	1,67	2,00	2,83
Ca3B3	2,50	1,67	2,50	5,00	3,00	5,50	1,67	2,00	2,67
T	1,67	1,83	2,83	2,50	4,67	5,17	1,67	1,33	2,83

ANEXO 3. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (cm)

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	2,72	4,12	3,63	3,73	3,28	3,27	2,98	2,62	2,67
Ca1B2	3,27	3,95	4,37	3,58	3,53	3,23	2,22	2,45	2,20
Ca1B3	3,67	3,50	4,25	3,28	2,83	4,67	2,07	2,15	2,92
Ca2B1	4,48	4,37	3,45	3,18	3,47	3,35	2,33	2,47	2,45
Ca2B2	3,62	3,60	3,88	2,90	3,10	3,05	2,27	2,53	2,80
Ca2B3	2,67	3,38	3,13	3,83	3,35	3,27	2,73	2,13	2,50
Ca3B1	4,13	3,67	3,50	3,78	3,37	3,43	2,73	2,68	2,70
Ca3B2	3,87	3,60	3,58	3,47	3,18	3,18	2,50	2,37	2,37
Ca3B3	3,70	3,57	4,30	3,15	2,98	3,62	2,98	2,70	2,80
T	3,65	4,00	3,62	3,62	3,08	3,25	2,57	2,25	2,85

ANEXO 4. DIÁMETRO POLAR DEL FRUTO (cm)

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	3,33	4,42	3,68	4,53	3,65	3,85	3,15	2,97	3,28
Ca1B2	3,77	4,58	4,67	4,22	4,07	3,93	2,58	2,73	2,57
Ca1B3	3,93	3,88	4,55	3,63	3,53	3,60	2,27	2,47	3,53
Ca2B1	4,65	4,78	4,12	3,53	3,87	4,10	2,52	2,78	2,68
Ca2B2	4,55	3,68	4,63	3,50	3,75	3,90	2,48	2,80	3,03
Ca2B3	3,17	3,65	2,98	4,53	3,90	3,98	2,97	2,45	2,75
Ca3B1	4,20	4,03	4,00	4,10	4,05	4,15	2,88	2,97	2,87
Ca3B2	4,48	3,68	3,97	3,55	4,12	4,25	2,65	2,73	2,80
Ca3B3	4,05	4,17	4,43	3,55	3,57	4,48	3,02	3,15	3,33
T	3,48	4,53	4,42	4,20	3,67	3,87	2,77	2,50	3,10

ANEXO 5. RENDIMIENTO POR PARCELA (g)

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	600	1050	750	1000	1250	1250	550	450	600
Ca1B2	750	1300	900	1100	1000	700	300	400	250
Ca1B3	1025	900	625	900	900	1100	150	150	700
Ca2B1	650	1350	1200	400	1200	400	200	200	400
Ca2B2	800	850	1075	1100	800	850	200	400	500
Ca2B3	800	750	850	1500	400	1200	900	250	450
Ca3B1	1000	1300	825	1000	1000	950	350	350	550
Ca3B2	1005	1450	1350	750	850	950	350	350	500
Ca3B3	1050	900	900	805	600	1250	210	500	500
T	750	1350	1600	1000	650	1100	350	150	600

ANEXO 6. NÚMERO DE FRUTOS DE PRIMERA

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	14	22	7	28	16	32	6	6	6
Ca1B2	18	28	4	18	27	17	7	4	5
Ca1B3	18	16	7	14	24	21	3	3	9
Ca2B1	18	18	20	9	27	24	2	2	4
Ca2B2	14	16	21	16	26	29	3	6	12
Ca2B3	8	11	10	28	13	41	14	5	7
Ca3B1	18	25	10	15	31	26	6	6	8
Ca3B2	20	24	17	15	26	26	4	6	7
Ca3B3	23	21	11	22	14	35	3	13	6
T	14	22	22	23	21	32	5	4	6

ANEXO 7. NÚMERO DE FRUTOS DE SEGUNDA

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	9	13	10	19	16	30	12	9	15
Ca1B2	15	17	11	32	24	28	11	9	6
Ca1B3	10	13	12	20	12	25	4	4	14
Ca2B1	7	26	17	11	25	26	3	3	10
Ca2B2	15	16	14	10	26	17	6	12	19
Ca2B3	7	12	18	30	12	18	20	5	16
Ca3B1	11	18	10	20	27	17	8	8	9
Ca3B2	14	22	24	19	27	27	7	11	9
Ca3B3	28	10	19	26	18	19	5	12	7
T	7	19	28	18	16	30	8	5	15

ANEXO 8. NÚMERO DE FRUTOS DE TERCERA

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	13	7	7	14	23	44	14	22	13
Ca1B2	6	16	10	34	34	14	23	19	6
Ca1B3	21	11	9	54	44	31	15	15	23
Ca2B1	9	14	19	25	33	42	15	15	12
Ca2B2	11	6	12	42	9	51	12	18	16
Ca2B3	11	18	23	24	23	58	28	10	51
Ca3B1	15	11	7	42	24	26	10	10	15
Ca3B2	7	28	12	22	49	49	11	19	14
Ca3B3	24	16	13	65	32	43	14	20	33
T	3	6	5	16	27	21	3	11	31

ANEXO 9. NÚMERO DE FRUTOS DEFORMES

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	6	16	16	17	25	26	21	32	33
Ca1B2	7	18	9	18	19	14	25	19	14
Ca1B3	6	7	5	11	16	15	6	6	22
Ca2B1	10	21	26	15	21	23	20	20	25
Ca2B2	13	13	20	24	13	12	15	21	27
Ca2B3	7	21	15	6	7	31	12	23	16
Ca3B1	20	10	16	22	22	21	21	22	28
Ca3B2	11	21	16	38	16	16	16	13	38
Ca3B3	8	5	6	13	7	9	7	13	10
T	13	29	31	26	18	63	21	9	36

ANEXO 10. FIRMEZA DEL FRUTO (lb de presión)

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	2,02	1,85	1,75	1,78	1,82	1,73	1,85	1,72	1,52
Ca1B2	1,87	1,88	2,15	1,70	1,85	1,73	2,02	1,52	1,73
Ca1B3	1,88	1,83	1,71	1,67	1,73	1,93	1,83	1,77	1,55
Ca2B1	1,95	2,08	1,82	1,97	1,90	2,13	2,18	2,10	1,92
Ca2B2	2,07	1,72	1,82	2,23	2,10	2,13	2,00	1,85	1,93
Ca2B3	2,05	2,18	1,73	2,02	1,88	2,08	2,20	1,62	1,90
Ca3B1	2,12	2,12	1,93	2,18	2,22	2,07	2,18	2,30	2,05
Ca3B2	2,15	2,52	1,72	2,45	2,35	2,37	2,42	2,20	2,20
Ca3B3	2,38	2,25	2,27	2,22	2,40	2,40	2,23	2,33	2,27
T	1,40	1,47	1,38	1,53	1,45	1,57	1,65	1,55	1,45

ANEXO 11. SÓLIDOS SOLUBRES (grados Brix)

Tratamiento	A los 119 días			A los 126 días			A los 133 días		
	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.	I Rep.	II Rep.	III Rep.
Ca1B1	11	9	8	9	8	8	9	8	8
Ca1B2	10	10	10	10	10	10	10	11	11
Ca1B3	11	12	13	12	11	11	11	11	11
Ca2B1	10	8	9	10	11	9	9	9	10
Ca2B2	12	11	12	11	12	11	12	12	13
Ca2B3	12	12	12	13	12	12	13	13	13
Ca3B1	9	10	8	11	9	9	10	9	9
Ca3B2	11	11	11	12	12	11	11	10	12
Ca3B3	13	14	14	13	14	14	13	14	14
T	7	6	7	6	7	6	7	6	7

ANEXO 13. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO