

Evaluación de parámetros de calidad en dos cultivares de melón aplicando distintos niveles de potasio mediante fertirrigación en cultivo bajo cubierta.

*Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires,
Área Ciencias de Suelo orientación Fertilidad*

Marilina Concepción Molas
Ingeniera Química. Universidad Nacional de Misiones (U.N.A.M) 2005.

Lugar de trabajo: Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A) Bella Vista, Corrientes.



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano
Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires

COMITÉ CONSEJERO

Director de tesis

Esteban Ciarlo

Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Doctor en Ciencias Agropecuarias, Escuela Para Graduados Alberto Soriano. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Consejero de Estudios

– Blanca Isabel Canteros

Ingeniera Agrónoma. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

Doctor of Philosophy. Graduate School, College of Agriculture, Department of Plant Pathology. University of Florida

– Sonia Cecilia Sgroppo

Licenciada en Ciencias Químicas. Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura.

Doctora en Ciencias Químicas. Universidad Nacional de La Plata.

– Asesor: Ricardo José Melgar

Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste.

Doctor of Philosophy. Soil Science. Dept. Soil Science.

North Carolina State University.

Evaluación de parámetros de calidad en dos cultivares de melón aplicando distintos niveles de potasio mediante fertirrigación en cultivo bajo cubierta

Marilina Concepción Molas.

Comité Evaluador.

Ing. Diana Frezza. Facultad de Agronomía UBA

Ing. MSci. Victor Lipinski. INTA y FCA de la UNCuyo.

Dedicatoria

A mi madre María Arévalos por darme la vida por incentivar me a superarme constantemente y por estar siempre presente.

A mi esposo Sebastián Scialabba por su constante apoyo, comprensión, cuidado y amor.

A mi hermano Budi que siempre estará en mi corazón.

Agradecimientos

Mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas que de alguna manera colaboraron con el desarrollo del presente trabajo. GRACIAS:

Al INTA, por haberme dado el privilegio de la beca de estudios para continuar formándome.

A la Dra. Canteros, por su tiempo, por el interés puesto en este trabajo y por transmitir día a día su admirable dedicación a la ciencia.

Al Dr. Ciarlo, por su tiempo, colaboración y esfuerzo en dirigirme en la tesis.

A la Dra. Sgroppo, por su apoyo y guía en la realización de los ensayos químicos y su cariño y comprensión.

Al Dr. Melgar, por las observaciones para la realización del ensayo a campo.

Al Dr. Lencak, director de la EEA Bella Vista, por seleccionarme en la obtención de la beca y por su interés y colaboración con la tesis.

A la Ing. Ratto, por su guía y apoyo en la realización de la maestría.

A la Ing. Frezza, por su colaboración en el diseño estadístico.

Al personal de apoyo del INTA, por su colaboración con el ensayo, en especial a Rolando Benítez por su importantísima ayuda.

Al Ing. Scialabba, por su innumerable colaboración en toda la realización de la tesis.

A la familia Scialabba, que me hicieron un lugar en su familia cuando llegué a Bs As.

Declaración

Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en ésta u otra institución.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1. Introducción teórica.....	25
1.1. Presentación del problema.....	26
1.2. Antecedentes	26
1.2.1. Cultivo de melón en Argentina.....	27
1.2.2. Exigencias medioambientales.....	28
1.2.3. Enfermedades del cultivo de melón.....	28
1.3. Calidad del fruto.....	29
1.4. Nutrición mineral y su relación con la calidad.....	31
1.5. Objetivo general	33
1.5.1. Hipótesis	34
Capítulo 2. Metodología general.....	35
2.1. Materiales y métodos.....	36
2.1.1. Características de la región de ensayo	36
2.1.2. Suelo	36
2.1.3. Estado inicial del suelo	36
2.1.4. Condiciones del lote del experimento.....	36
2.1.5. Diseño experimental	38
2.1.6. Tratamientos de Material Vegetal.....	38
2.1.7. Tratamientos de Fertilización	38
2.1.1. Aislamientos para identificación del patógeno de poscosecha.....	39
2.1.2. Análisis estadístico	40
Capítulo 3. Propiedades físico-químicas de los frutos de melón afectadas por distintas dosis y relaciones N/K.....	41
3.1. Introducción.....	42

3.2. Materiales y métodos.....	43
3.2.1. Medición del Rendimiento	43
3.2.2. Diámetro ecuatorial y polar	43
3.2.3. Grosor de la cáscara ecuatorial y polar	43
3.2.4. Longitud de la cavidad central ecuatorial y polar.....	44
3.2.5. Grosor de la pulpa ecuatorial y polar.....	44
3.2.6. Resistencia a la presión del fruto	44
3.2.7. Sólidos solubles totales (°Brix)	44
3.2.8. Parámetros del color en cáscara y pulpa.....	44
3.2.9. Medición del pH	45
3.2.10. Determinación de nitratos por colorimetría con ácido salicílico	45
3.2.11. Determinación de azúcares por el método de Somogy-Nelson	46
3.2.12. Determinación de azúcares totales.....	47
3.2.13. Determinación de azúcares reductores	48
3.2.14. Determinación de azúcares no reductores	48
3.3. Resultados	48
3.3.1. Rendimiento.....	48
3.3.2. Diámetro ecuatorial y polar	50
3.3.3. Grosor de la cáscara ecuatorial y polar	52
3.3.4. Longitud de la cavidad central ecuatorial y polar.....	54
3.3.5. Grosor de la pulpa ecuatorial y polar.....	57
3.3.6. Resistencia a la presión.....	60
3.3.7. Contenido de sólidos solubles totales (°Brix).....	61
3.3.8. Parámetros de color de la pulpa y la cáscara.	62
3.3.9. pH en frutos	66

3.3.10. Nitratos en frutos	67
3.3.11. Azúcares totales, reductores y no reductores.....	68
3.4. Discusión	75
3.4.1. Rendimiento.....	75
3.4.2. Diámetro ecuatorial y polar	76
3.4.3. Grosor de cáscara ecuatorial y polar.....	76
3.4.4. Longitud de la cavidad central ecuatorial y polar.....	77
3.4.5. Grosor de la pulpa ecuatorial y polar.....	77
3.4.6. Resistencia a la presión.....	77
3.4.7. Contenido de sólidos solubles totales (°Brix).....	78
3.4.8. Parámetros de color de la cáscara y la pulpa del fruto.....	78
3.4.9. pH del fruto.....	78
3.4.10. Nitratos en frutos	78
3.4.11. Azúcares totales, reductores y no reductores.....	79
3.5. Conclusión.....	79
Capítulo 4. Fertilidad de suelo	81
4.1. Introducción.....	82
4.2. Materiales y métodos.....	82
4.2.1. Muestreo y toma de datos	82
4.2.2. Determinación del pH	82
4.2.3. Medición de la conductividad eléctrica	83
4.2.4. Determinación de la textura del suelo.....	84
4.2.5. Determinación de Materia Orgánica.....	85
4.2.6. Determinación del Nitrógeno Total	86
4.2.7. Determinación del Fósforo extraíble o asimilable.....	88

4.2.8. Determinación de Calcio, Magnesio y potasio intercambiable	89
4.3. Resultados	90
4.3.1. Nitrógeno del suelo en cosecha	90
4.3.2. Fósforo del suelo en cosecha	91
4.3.3. Calcio del suelo en cosecha	92
4.3.4. Magnesio del suelo en cosecha.....	93
4.3.5. Potasio del suelo en cosecha.....	94
4.3.6. pH del suelo en cosecha.....	101
4.3.7. Conductividad eléctrica del suelo en cosecha.....	102
4.3.8. Nitrógeno del suelo en poscosecha.....	103
4.3.9. Fósforo del suelo en poscosecha.....	104
4.3.10. Calcio del suelo en poscosecha.....	105
4.3.11. Magnesio del suelo en poscosecha	106
4.3.12. Potasio del suelo en poscosecha	108
4.3.13. pH del suelo en poscosecha	109
4.3.14. Conductividad eléctrica del suelo en poscosecha.....	110
4.3.15. Materia orgánica del suelo en poscosecha.....	111
4.4. Discusión	113
4.5. Conclusión.....	114
Capítulo 5. Susceptibilidad a <i>Fusarium semitectum</i> en frutos de melón sometidos a distintas relaciones N/K en el fertirriego.....	116
5.1. Introducción.....	117
5.2. Materiales y métodos.....	119
5.2.1. Caracterización del ensayo	119
5.2.2. Obtención de la cepa de <i>Fusarium semitectum</i>	119

5.2.3. Medio de cultivo y preparación del inóculo	119
5.2.4. Inoculación de frutos	120
5.3. Resultados	120
5.3.1. Pruebas de patogenicidad de las cepas obtenidas	120
5.3.2. Diámetro de la zona afectada luego de la inoculación.....	120
5.3.3. Profundidad de la zona afectada	121
5.3.4. Lesiones producidas.....	123
5.4. Discusión	124
5.4.1. Aislamiento.....	124
5.4.2. Diámetro y profundidad de las zonas afectadas.....	124
5.5. Conclusión.....	125
Capítulo 6. Consideraciones finales	127

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 2.1 Condiciones iniciales del suelo	36
Tabla 2.2. Resultados de análisis de agua de estación experimental EEA Bella Vista.....	37
Tabla 2.3 Riego diario.....	38
Tabla 2.4. Fertilización para el cultivo de melón.* Dosis diaria recomendada por Bar Yosef (1991).	39
Tabla 5.1. Profundidad, diámetro y desviación estándar de las zonas afectadas para los frutos de melón Cantaloupe para los distintos bloques y tratamientos.	123
Tabla 5.2. Profundidad y diámetro de las zonas afectadas para los frutos de melón Honey Dew para los distintos bloques y tratamientos.	123

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 Evolución de la producción argentina de melón	27
Figura 1.2 Espacio de color CIELab	31
Figura 3.1. Rendimiento del cultivo de melón Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares, mientras que ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).....	49
Figura 3.2. Rendimiento para los tratamientos de fertilización para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.	50
Figura 3.3. Diámetro ecuatorial (a) y polar (b) para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).	50
Figura 3.4. Diámetro ecuatorial (a) y polar (b) del cultivar Honey Dew para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.	51
Figura 3.5. Diámetro ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización del cultivar Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.....	51
Figura 3.6. Relación entre peso por fruto y diámetro ecuatorial (a) y polar (b) para el cultivar Honey Dew. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %.	52
Figura 3.7. Relación entre peso por fruto y diámetro ecuatorial (a) y polar (b) para el cultivar Cantaloupe. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.	52
Figura 3.8. Grosor de la cáscara ecuatorial (a) y polar (b) para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).....	53
Figura 3.9. Grosor ecuatorial (a) y polar (b) de la cáscara para los tratamientos de fertilización del cultivar Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de	

- las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 54
- Figura 3.10. Grosor de la cáscara ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización del cultivar Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 54
- Figura 3.11. Longitud de la cavidad central ecuatorial (a) y polar (b) para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 55
- Figura 3.12. Longitud de la cavidad central ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización cultivar Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativa ($p>0,05$). 55
- Figura 3.14. Relación entre longitud de la cavidad central ecuatorial y diámetro ecuatorial para el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %. 57
- Figura 3.15. Relación entre peso por fruto y longitud cavidad central ecuatorial (a) y polar (b) para el cultivar Honey Dew. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 % 57
- Figura 3.16. Grosor de la pulpa ecuatorial (a) y polar (b) para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 58
- Figura 3.17. Grosor de la pulpa ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización para el cultivar Honey Dew. El promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre tratamientos. 58
- Figura 3.18. Grosor de la pulpa ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización cultivar Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre tratamientos. 59
- Figura 3.19. Relación entre peso por fruto y grosor de la pulpa ecuatorial y polar para el cultivar Honey Dew. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %. 60
- Figura 3.20. Relación entre peso por fruto y grosor de la pulpa ecuatorial (a) y polar (b) para el cultivar Cantaloupe. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %. 60
- Figura 3.21. Relación entre longitud de la cavidad central ecuatorial y grosor de pulpa ecuatorial para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta

- representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %..... 60
- Figura 3.22. Resistencia a la presión para los cultivares Honey Dew y Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. 61
- Figura 3.23. Resistencia a la presión para los tratamientos de fertilización en melones cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 61
- Figura 3.24. Sólidos solubles totales vs cultivares Cantaloupe y Honey Dew . Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos..... 62
- Figura 3.25. Contenido de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) para los tratamientos de fertilización en melones cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos..... 62
- Figura 3.26. Color de la pulpa “L” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos..... 63
- Figura 3.27. Color de la pulpa “c” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos..... 63
- Figura 3.28. Color de la pulpa “h” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos..... 64
- Figura 3.29. Color de la cáscara “L” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos..... 64
- Figura 3.30. Color de la cáscara “C” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencia significativa entre tratamientos. 65
- Figura 3.31. Color de la cáscara “h” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el

error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos..... 65

Figura 3.32. pH en frutos para los tratamientos de fertilización para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares. 66

Figura 3.33. pH en frutos cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares. 67

Figura 3.34. Concentración de nitratos en los frutos de los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns indica la ausencia de diferencias estadísticamente significativa $p < 0,05$ 67

Figura 3.35. Concentración de nitratos en frutos cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 68

Figura 3.36. Concentración de azúcares totales en melón en cultivares Honey Dew y Cantaloupe para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares. 68

Figura 3.37. Concentración de azúcares totales en melón cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. 69

Figura 3.38. Concentración de azúcares reductores en melón en cultivares Cantaloupe y Honey Dew para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares. 70

Figura 3.39. Concentración de azúcares reductores en melón cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. 71

Figura 3.40. Concentración de azúcares no reductores en melón en cultivares Cantaloupe y Honey Dew, para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el

- promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares. 71
- Figura 3.41. Concentración de azúcares no reductores en melón cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. 72
- Figura 3.42. Relación entre peso por fruto y azúcares totales para el cultivar Honey Dew (a) y para Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95% de confianza. 72
- Figura 3.43. Relación entre peso por fruto y azúcares reductores para el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95% de confianza. 73
- Figura 3.44. Relación entre peso por fruto y azúcares no reductores para el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95% de confianza. 73
- Figura 3.45. Relación entre azúcares totales y sólidos solubles totales para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %..... 74
- Figura 3.46. Relación entre azúcares reductores (a) y no reductores (b) y °Brix para el cultivar Honey Dew. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %. 75
- Figura 3.47. Relación entre azúcares reductores (a) y no reductores (b) y °Brix para el cultivar Cantaloupe. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %. 75
- Figura 4.1. Contenido de nitrógeno del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 90
- Figura 4.2. Contenido de nitrógeno del suelo durante la cosecha ocupados por el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 91
- Figura 4.3. Contenido de fósforo del suelo durante la cosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 91
- Figura 4.4. Contenido de fósforo del suelo durante la cosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización.

- Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 92
- Figura 4.5. Contenido de calcio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 92
- Figura 4.6. Contenido de calcio del suelo durante la cosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 93
- Figura 4.7. Contenido de magnesio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 93
- Figura 4.8. Contenido de magnesio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 94
- Figura 4.9. Contenido de potasio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew y Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 95
- Figura 4.10. Contenido de potasio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre tratamientos. 95
- Figura 4.11. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el peso por fruto (a) agrupado por cultivares (b) agrupados por tratamientos de fertilización. 96
- Figura 4.12. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el diámetro ecuatorial para el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %. 96
- Figura 4.13. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el diámetro polar para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %. 97
- Figura 4.14. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el grosor de la pulpa ecuatorial para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta

representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.	97
Figura 4.15. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el grosor de la pulpa polar para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.	98
Figura 4.16. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y los sólidos solubles totales (°Brix) para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.	99
Figura 4.17. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y los azúcares totales para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.	99
Figura 4.18. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y los azúcares reductores para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.	100
Figura 4.19. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y los azúcares no reductores para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.	101
Figura 4.20. pH del suelo durante la cosecha para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).	101
Figura 4.21. pH del suelo durante la cosecha de los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).	102
Figura 4.22. Conductividad eléctrica del suelo durante la cosecha vs los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).	102
Figura 4.23. Conductividad eléctrica del suelo durante la cosecha para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).	103
Figura 4.24. Contenido de nitrógeno del suelo durante la poscosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew y Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).	103

- Figura 4.25. Contenido de nitrógeno del suelo durante la poscosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$)..... 104
- Figura 4.26. Contenido de fósforo del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 104
- Figura 4.27 Contenido de fósforo del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$)..... 105
- Figura 4.28. Contenido de calcio del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 106
- Figura 4.29. Contenido de calcio del suelo en la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 106
- Figura 4.30. Contenido de magnesio del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew y Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 107
- Figura 4.31. Contenido de magnesio del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$)..... 108
- Figura 4.32. Contenido de potasio del suelo durante la poscosecha para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$). 108
- Figura 4.33. Contenido de potasio del suelo durante la poscosecha para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras

- grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, ns indica ausencia de diferencias significativas ($p > 0,05$). 108
- Figura 4.34. pH del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 110
- Figura 4.35. pH del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 110
- Figura 4.36. Conductividad eléctrica del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 111
- Figura 4.37. Conductividad eléctrica del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 111
- Figura 4.38. Contenido de materia orgánica suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 112
- Figura 4.39. Contenido de materia orgánica del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). 113
- Figura 5.1. Diámetro de la lesión para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares. 121
- Figura 5.2. Diámetro de la zona afectada para los tratamientos de fertilización aplicados al cultivo de melón cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error

estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).	121
Figura 5.3. Profundidad de la zona afectada para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre cultivares.	122
Figura 5.4. Profundidad de la zona afectada para los tratamientos de fertilización aplicados al cultivo de melón cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).	123

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Símbolo	Abreviaturas Significado	Unidades
a	Parámetro de color. Color magenta-verde.	
b	Parámetro de color. Color amarillo-cyan.	
c	Parámetro de color. Saturación o croma.	
CE	Conductividad eléctrica	$\mu\text{S cm}^{-1}$
cm	Centímetros.	
et al	Y otros.	
Fff	Escala de firmeza de una fruta.	
ha	Hectáreas.	
HP	Potencia.	
h	Horas.	
kg	Kilogramos.	
L	Parámetro de color. Luminancia, matiz.	
L	Litros.	
M	Molar.	
m	Metros.	
g	Gramos	
mg	Miligramos.	
cmolc kg-		
l	Centimol carga por kilogramos.	
mm	Milímetros.	
mL	Mililitros.	
N	Normal.	
N°	Número.	
nm	Nanómetros.	
	Estándar Desviation. Desviación estándar.	
SD		
SST	Sólidos solubles totales.	
°C	Centígrados.	
°	Grados.	
'	Minutos.	
%	Porcentaje.	
□	Densidad.	Kg m^{-3}

Resumen

El estudio sobre las condiciones de fertilidad y variables de calidad del melón resultan de suma importancia para el mejoramiento de la aptitud y competitividad del producto. El objetivo de esta tesis fue determinar la influencia del contenido de potasio y su efecto sobre relaciones nitrógeno/potasio de la solución de fertilizante sobre la producción, calidad y sanidad de los frutos en dos cultivares de melón (tipo Honey Dew y Cantaloupe) bajo invernáculo y sobre propiedades físico químicas del suelo. Se determinaron propiedades de calidad, sanitarias y se analizaron propiedades relacionadas a la fertilidad de los suelos. El rendimiento, y las variables de calidad como: diámetro ecuatorial y polar, sólidos totales y azúcares presentaron en ambos cultivares mayor valor en el tratamiento con mayor contenido de potasio. El grosor de la cáscara no mostró diferencias significativas, al igual que en la resistencia a la presión, como tampoco el color superficial, la longitud de la cavidad central ni el contenido de nitratos en los frutos. Ambos cultivares fueron susceptibles a la inoculación con el *Fusarium semitectum*, aunque Honey Dew presentó una mayor resistencia a la infección pero sin diferencias significativas. La mayoría de las variables relacionadas al suelo no se modificaron con los tratamientos de fertilización con excepción del contenido de potasio en cosecha y poscosecha. Este hecho sumado a las relaciones significativas y positivas entre los contenidos de potasio del suelo y variables relacionadas a la calidad y producción del cultivo de melón, sugiere que el efecto de la fertilización se dio fundamentalmente a través de cambios en la disponibilidad de potasio.

Palabras claves: Melón, Potasio, Calidad, Sanidad, Fertilización.

Abstract

The study of relationships between fertility conditions and melon quality critical for improving competitiveness of the product. The aim of this thesis was to determine the influence of potassium doses and its effect on nitrogen / potassium ratios of fertilizer solution over productivity, quality and health of fruits of two melon cultivars (Honey Dew and Cantaloupe types) grown under greenhouse conditions. Physicochemical and health properties of fruits were determined, and some properties related to soil fertility were analyzed as well. The yield and quality traits such as polar and equatorial diameter, total solids and sugars in both cultivars showed higher values in the treatment of greatest dose of potassium. Peel thickness showed no significant differences between treatments. Nor was the resistance to pressure, the surface color parameters, the central cavity length or the nitrate content in the fruits. Both varieties were susceptible to inoculation with *Fusarium semitectum*, although the Honey Dew type had a higher resistance to injury but without significant differences between cultivars. Most soil-related variables considered did not change with fertilization treatments with the exception of potassium content at harvest and postharvest. This fact coupled with the significant and positive relationships between soil potassium content and variables related to the quality and yield of melon, suggests that the effect of fertilization was mainly through changes in the availability of potassium.

Key words: Melon, Potassium, Quality, Health, Fertilization.

Capítulo 1. Introducción teórica

1.1. Presentación del problema

En las últimas décadas ha habido un incremento en la demanda de melón, que por falta de conocimientos de los factores determinantes de la calidad del fruto – entre otros factores causales-, la Argentina no ha podido aprovechar. Estos obstáculos afectaron sustantivamente la producción de melón en el país, lo que disminuyó fuertemente la competitividad del mismo.

Existe un incremento en la necesidad de información del impacto de las prácticas agrícolas aplicadas sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y sobre el cultivo del melón.

Por otra parte, el estudio sobre las condiciones de fertilidad y variables de calidad del melón resultan de suma importancia para el mejoramiento de la calidad y competitividad del producto. Este estudio podría brindar una alternativa a los pequeños productores de la provincia de Corrientes, ampliando las posibilidades de comercialización, tanto a nivel nacional, como a nivel internacional.

Los conocimientos generados en este estudio serán de utilidad tanto los para los sectores productivos como para los encargados de la toma de decisiones sobre las políticas sectoriales de fertilización agrícola.

1.2. Antecedentes

El melón (*Cucumis melo* L) pertenece a la familia *Cucurbitácea*. Existen numerosas cultivares de la especie definidos por determinados tipos característicos: Charentais, Galia, Reticulado típico, Ogen, Honey Dew, Tendral, Crenshaw, Piñonet, Rochet, Amarillo y Piel de sapo (Bouzo, 2004). Las variedades botánicas del melón son *Cantalupensis*, *Saccharins*, *Reticulatus* e *Inoduros*, dentro de cada unas existen cultivares, entre ellas Honey Dew (*Inodorus*) y Cantalupe (*Cantalupensis*). El melón tipo Cantalupe es caracterizado como frutos de tamaño medio, de superficie rugosa verrugosa o acostillada, pulpa de color anaranjado y muy aromático. El melón Cantalupe posee un fruto redondo ligeramente ovalado de alrededor de 2 kg. Se destaca por su precocidad, calibre, sabor y gran rendimiento. El grado de sólidos solubles en el cultivar Cantalupe oscila entre 11 y 15 °Brix (Cantón Ramos et al., 2003). El melón Honey Dew o Rocío de miel es el más usado comercialmente en Argentina, siendo de muy buena aceptación por el consumidor pues posee frutos de gran calidad y sabor. El melón tipo Honey Dew es descripto como frutos medianos a grandes, de piel lisa o estriada, de madurez tardía y buenas aptitudes para la conservación en poscosecha. Esta cultivar se adapta a climas secos y cálidos. Esta cultivar se caracteriza por un alto contenido de sólidos solubles.

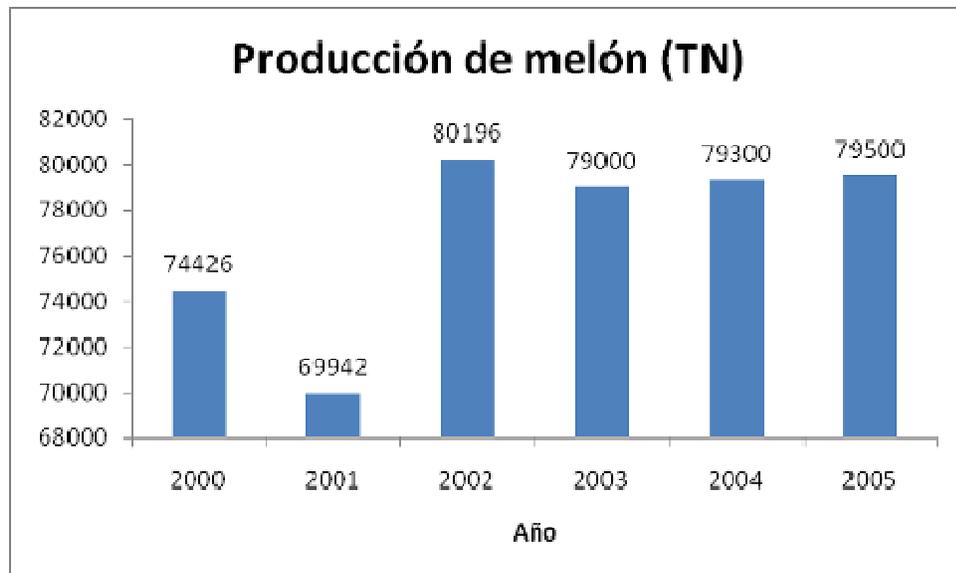
Es indispensable conocer las características químicas, biológicas, físico-químicas, bioquímicas del suelo, entre otras; debido a que el concepto de nutrición mineral de los cultivos es inseparable del término fertilidad del suelo. La nutrición afecta la calidad y el rendimiento del fruto por lo cual es necesario conocer el efecto de los nutrientes en cada etapa fenológica y manipularlos a lo largo del crecimiento del cultivo. Un diagnóstico nutrimental de los cultivos permite predecir la respuesta agronómica de los mismos en función de los nutrientes absorbidos (Sánchez García, 2004).

Los suelos de Bella Vista, al oeste de la provincia de Corrientes son de textura areno-franca, poseen escasa fertilidad natural, con muy bajos valores de bases de cambio en todo el perfil y el horizonte A es pobre en materia orgánica (Escobar et al., 1996). Por tal motivo ha de esperarse que la aplicación complementaria de nutrientes influya en la cantidad y calidad del melón producido. Los principales nutrientes requeridos por el cultivo son el nitrógeno, que influye en el desarrollo foliar y en el tamaño del fruto, y el potasio que juega un papel fundamental en la calidad del fruto, interviene en el dulzor, resistencia al frío y regulación de la actividad enzimática e incrementa la tasa fotosintética de cloroplastos, entre otros (Dekov y Velichkov, 1992; Cantón Ramos et. AL., 2003).

El uso de fertilizantes, la selección y obtención de genotipos con mayor capacidad productiva, la utilización de pesticidas, los avances en las tecnologías de riego, entre otros, han permitido conseguir un aumento sustancial en las producciones agrícolas (Guzmán, 2004). El melón es una planta muy sensible a los anegamientos y dados los cambios en las necesidades de nutrientes a lo largo de su ciclo fenológico, el fertirriego permite obtener muy buenos resultados. La ventaja de la fertirrigación se fundamenta en la aplicación del agua y los nutrientes a la zona radicular, dosificándose al ritmo de absorción de la plantas (Bar-Yosef, 1991).

1.2.1. Cultivo de melón en Argentina

El cultivo de esta especie se encuentra difundido en las provincias de San Juan, Santiago del Estero, Entre Ríos, Mendoza, Buenos Aires, Río Negro y en menor medida en Salta y Corrientes, en la figura 1.1 se describe la producción para el año 2005 (DMA-Área frutas/FAO) para las principales provincias antes mencionadas.



1.1 Evolución de la producción argentina de melón

El cultivo presenta en la provincia de Corrientes una superficie implantada a campo 111, 8 hectáreas y bajo cubierta 71.327 m² (Censo Agropecuario, INDEC 2002). La distribución de la producción provincial de melones, se encuentra concentrada en la capital de la provincia de Corrientes, teniendo dicha localidad una participación en la producción

del 56%, seguido por Saladas, con el 30,3%, San Luis del Palmar con el 8,6%, Lavalle el 1,7%, San Cosme el 1,4% y Bella Vista el 1,3%, volúmenes promedios correspondientes a los años 2005 a 2007 (Molina, 2009).

1.2.2. Exigencias medioambientales

El melón es un cultivo de clima cálido, siendo mejor su comportamiento cuando el clima es caluroso y relativamente seco, presenta una heliofania de 720 h/año/luz, baja humedad relativa y poca lluvia, pues de lo contrario su desarrollo no es normal, madurando mal los frutos y perdiendo la calidad en regiones húmedas y con poca insolación (Cantón Ramos et al., 2003).

La duración del fotoperiodo en relación con la temperatura, influye tanto en el crecimiento de la planta como en la inducción floral, la fecundación de las flores y ritmo de absorción de elementos nutritivos. La germinación de la semillas se da cuando el suelo alcanza una temperatura de 22-30 °C, durante el desarrollo vegetativo de la planta debe mantenerse una temperatura atmosférica de 25-30 °C y para la floración de 20-25 °C; para este último proceso, debe tomarse en cuenta que temperaturas muy altas tienden a generar mayor número de flores estaminadas (Cantón Ramos et al., 2003).

Al inicio del desarrollo de la planta la humedad relativa debe ser del 65-75%, en floración del 60-70% y en fructificación del 55-65%. La planta de melón necesita bastante agua en el período de crecimiento y durante la maduración de los frutos para obtener buenos rendimientos y calidad (Cantón Ramos et al., 2003).

La luminosidad es importante, especialmente durante los periodos de crecimiento inicial y floración. La deficiencia de luz repercutirá directamente en la disminución del número de frutos en la cosecha, así mismo la intensidad lumínica determinará la relación final de flores estaminadas y pistiladas, observándose que en períodos cortos de luz se favorece la producción de flores pistiladas o hermafroditas (8 horas fotoperíodo) (Cantón Ramos et al., 2003).

El melón da mejores resultados productivos cuando el suelo es rico en materia orgánica, profundo, friable, bien drenado y con un pH ideal entre 6 y 7. Es exigente respecto al drenaje de agua, debido a que los anegamientos producen podredumbre en el fruto e impiden el normal funcionamiento del sistema radicular, por lo cual es necesario que el suelo tenga un buen drenaje (Iglesias, 2005).

1.2.3. Enfermedades del cultivo de melón

Debido a que se determinará una posible relación entre la nutrición del cultivo, las variables edáficas y las enfermedades del cultivo, se mencionarán las principales enfermedades que afectan al cultivo de melón en Argentina. Según Cortez, S. (2002) estas son:

En parte aérea del cultivo:

-Tizón de las hojas: el agente causal es la *Alternaria cucumerina*.

-Oídio: los agentes causales son el *Oidium ambrosiae* Thum y *Podosphaera xanthii*.

-Marchitamiento por fusarium: lo causa el *Fusarium oxysporum* f. Sp. Melonis.

En cuello y raíces:

-Damping off: provocado por *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani* AG-4, *Phytophthora spp.* y *Phitium spp.*

En frutos:

-Podredumbre por Fusarium: los agentes causales son el *Fusarium equeseti* (Cor) Sacc., *Fusarium oxysporum* Schl., *Fusarium pallidorozeum* (Cooke) Sacc. y *Fusarium solani* (Mart.) Sacc y *Fusarium semitectum* Berk & Ravenel (1875).

-Podredumbre por Alternaria: es causado por *Alternaria alternata* (Fr.) Keis, *A cucumerina* (Ell y Ev.) Elliot, *Stemphylium spp.*, *Ulocladium chartarum* (Preuss) Simm.

En general, plantas que reciben una nutrición mineral adecuada con relaciones de elementos balanceadas, con suministro de cantidades apropiadas, tienen mayor capacidad de protegerse de nuevas infecciones y de limitar las existentes, sin embargo, aún la nutrición balanceada puede afectar el desarrollo de una enfermedad cuando la concentración de todos los nutrientes se incrementan o disminuyen más allá de cierto rango (Marschner, 2003).

1.3. Calidad del fruto

El concepto de calidad no sólo se refiere a las normas como calibre o color sino también a las características organolépticas como sabor, firmeza, textura o aroma.

Las principales variables de calidad de los frutos son el peso, grosor de la corteza, espesor de pulpa, color, forma y °Brix. Para Seymour y Mc Glasson (1993) la calidad de melón está fuertemente relacionada con los contenidos de azúcares totales y el flavor (gusto y aroma). El contenido de sólidos solubles totales es un factor de gran importancia en la calidad como índice de dulzura del fruto. El tamaño, forma y apariencia general influyen en la calidad del fruto. Estas variables están influenciados por factores como el sistema de cultivo (a campo o invernadero), el tipo de suelo, temperatura, luz, humedad, disponibilidad de nutrientes, densidad, podas, momento de cosecha, susceptibilidad a patógenos, entre otros.

Con relación a los nutrientes el efecto del potasio en la calidad del melón se observa en los siguientes procesos: incremento en el contenido de sólidos solubles, aumento del peso y tamaño del fruto, mejor color externo y sabor, mayor resistencia durante el almacenamiento y transporte del fruto, aumento de la resistencia del fruto al frío, resistencia a patógenos en postcosecha e incrementa la vida en postcosecha del fruto (Molina, 2006).

La firmeza tiene gran interés para la caracterización de la fruta en cuanto a su calidad organoléptica, su estado de madurez y su resistencia a daños mecánicos durante su recolección, manipulación y transporte hasta el consumidor (Ruiz-Altisent y Barreiro, 1996). La fuerza o firmeza de la pulpa disminuye a medida que los frutos maduran (Kader y Mitchel, 1989).

No existe evidencia experimental de la relación de aplicaciones de nitrógeno y potasio con la firmeza del fruto, color de pulpa y corteza.

El color es la primera sensación que se percibe y la que determina el primer juicio sobre la calidad. Este elemento es también importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor (Fresno et al., 2007).

Para poder valorar de forma objetiva el color existe colorímetros, que transforman las medidas en espacios de color de tres dimensiones (Hutchings, 1994). Los espacios de color proporcionan un método para especificar, ordenar y manipular colores. Estas representaciones se corresponden con un espacio n-dimensional de las sensaciones de color (vectores de n componentes). Los colores se representan mediante puntos en estos espacios. Existen numerosos espacios de color, todos parten de un mismo concepto que es la teoría tricromática de colores primarios rojo, verde y azul.

Los modelos más comunes para determinar el color son: el “RGB”, “XYZ”, “CIELAB” y “CIELUV”. El modelo “RGB” (rojo, verde, azul) que hace referencia a la composición del color en términos de la intensidad de los colores primarios, está basado en la síntesis aditiva, con el que es posible representar un color mediante la mezcla por adición de los tres colores primarios. Las imágenes en el modelo de color “RGB” están formadas por tres planos de imágenes independientes, cada uno correspondiente a un color primario. El modelo “XYZ” analiza el color entre tres parámetros, de modo que cada compuesto de color puede ser fácilmente cuantificado por un sistema de tres números. Por su parte los modelos “CIELAB” y “CIELUV” son espacios estandarizados por la CIE (Commission Internationale de l’Eclairage) en 1976 para lograr una representación perceptualmente uniforme del color. Los colores se representan en el espacio a unas distancias proporcionales a las diferencias visuales entre ellos. El espacio “CIELAB” se basa en el modelo de los colores opuestos. La variable L^* , es una medida de la luminancia, mientras que las componentes a^* y b^* definen señales de color magenta-verde, y amarillo-cyan, respectivamente y el modelo Hunter Lab desarrollado por Hunter (1975), es un espacio de color rectangular de tres dimensiones basada en la teoría de los opuestos, “L” mide los tonos de blanco al negro es decir la luminosidad, “a” mide en su valor positivo el rojo y en el negativo el verde, y “b” indica del lado positivo el amarillo y del lado negativo el azul.

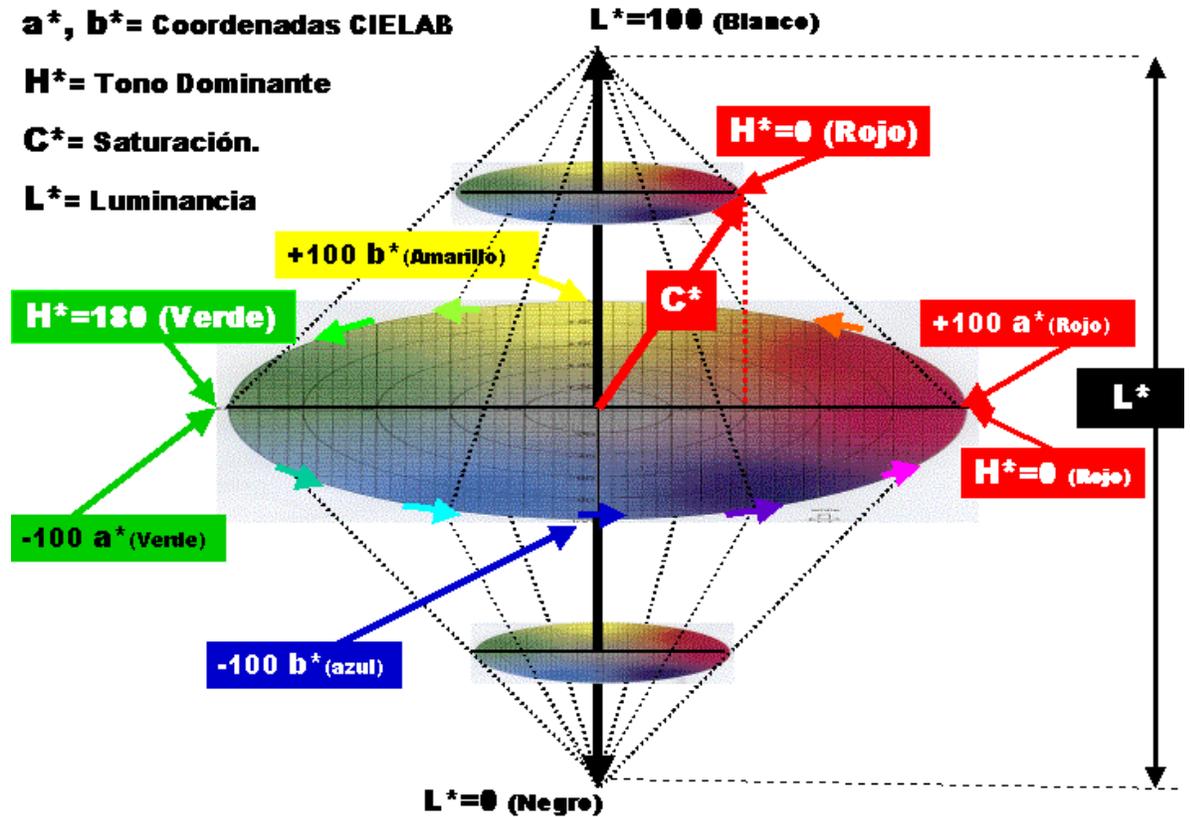


Figura 1.2 Espacio de color CIELab

1.4. Nutrición mineral y su relación con la calidad

Se considera a la fertilización como una herramienta para maximizar la producción, sin embargo, la nutrición mineral tiene un impacto sobre la calidad y en la vida poscosecha. Entre los factores de deterioro que genera rechazo por baja calidad del fruto se encuentran la falta o exceso de tamaño, pérdida de firmeza, desprendimiento de placenta, color y maduración poco uniforme, bajo contenido de sólidos solubles, falta de sabor, entre otros. Muchos de estos problemas pueden ser causados por deficiencias, desequilibrios o toxicidades nutricionales. Además la fertilización también afecta la susceptibilidad del cultivo al ataque de plagas y enfermedades, factor que repercute en el rendimiento y calidad del fruto (Molina, 2006).

La nutrición mineral por sí sola no garantiza el éxito del cultivo porque la producción está asociada con otros factores relacionados a la fertilidad del suelo, clima, riego y prácticas agrícolas. Sin embargo, es importante conocer las funciones de los nutrientes y sus interacciones, las fuentes y dosis de los mismos sincronizadas a las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo para lograr que la fertilización logre altos rendimientos de frutos de calidad (Molina, 2006).

Existe evidencia experimental de la respuesta en algunas variables de calidad del melón a la aplicación de potasio (Prabhakar et al., 1985; Csizinsky et al., 1987; Molina et

al., 1992). Por esta razón la aplicación de potasio con el riego es habitual en los programas de fertilización de melón.

El nitrógeno es uno de los nutrientes que tiene mayor impacto en el crecimiento y desarrollo del melón. Es constituyente de numerosos e importantes compuestos orgánicos en la planta, como aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y clorofila, entre otros. Es esencial para el crecimiento óptimo de la planta debido a que es un elemento imprescindible para la formación de órganos vegetativos, aumenta el número de flores y mejora el rendimiento (Molina, 2006)

La deficiencia de nitrógeno usualmente se inicia con la presencia de un color verde pálido o amarillento en las hojas inferiores, debido a que es un elemento móvil dentro de la planta. Posteriormente las hojas más viejas comienzan a necrosarse desde el extremo apical hasta los bordes y el centro de la lámina foliar. Los síntomas pueden extenderse a toda la planta, causando reducción del crecimiento, muerte de hojas y reducción de la floración, se promueve la producción de frutos pequeños, de cáscara delgada, coloración desuniforme, sensibilidad a la quema por sol y maduración precoz (Molina, 2006)

El exceso de nitrógeno causa un crecimiento exuberante del follaje, retraso en la floración y cuaje de los frutos, la cavidad interna tiende a ser más grande y provoca una menor resistencia al frío. El exceso de nitrógeno también produce cambios en la composición química de la fruta, como la reducción del contenido de ácido ascórbico, bajo contenido de azúcares, y acumulación de nitratos a niveles tóxicos (Molina, 2006).

El potasio cumple una función importante en la fotosíntesis, como activador de muchas enzimas, en la síntesis de proteínas y en el metabolismo oxidativo de la planta. Este elemento participa en la regulación hídrica, mejorando la eficiencia de consumo de agua al aumentar la presión osmótica de las células, volviéndolas más turgentes. El potasio es vital para la translocación y almacenamiento de asimilados producto de la fotosíntesis, los fotosintatos deben ser transportados desde las hojas a los frutos y el potasio facilita este transporte a través del floema (Molina, 2006). El contenido de azúcares del melón está directamente relacionado con la presencia de potasio en el floema, que interviene en el transporte de sacarosa a los frutos (Lester et al., 2005). Durante el crecimiento y maduración del fruto, el suministro es a menudo insuficiente para satisfacer la demanda de potasio por el fruto, debido en parte a la pobre absorción de nutrientes durante estas etapas. Esto se debe a la competencia por fotoasimilados entre frutos en desarrollo y órganos vegetativos, que finalmente podría limitar el crecimiento y la absorción de nutrientes como el potasio (Ho, 1988). La disponibilidad de potasio mejora la resistencia a plagas y enfermedades, debido a que incrementa el grosor de las paredes celulares y aumenta la firmeza de tallos y pecíolos. Además evita que se acumulen azúcares en las hojas y mejora la eficiencia en el uso de nitrógeno, logrando que el follaje sea menos succulento y propenso al ataque de patógenos (Molina, 2006).

Debido a que el potasio es un elemento móvil dentro de la planta, la deficiencia de este elemento causa el amarillamiento de los márgenes de las hojas más viejas, luego estas áreas se necrosan y al aumentar la severidad de este síntoma se produce la defoliación. Los tallos son delgados y frágiles, los entrenudos se acortan, los frutos son pequeños y de coloración desuniforme (Molina, 2006).

Se ha estudiado el rol del potasio en la calidad del cultivo de melón cultivar Cantaloupe con aplicaciones foliares suplementarias de potasio (Lester, 2005), son escasos los estudios en melón Honey Dew y en la respuesta al potasio en suelos pobres en este elemento.

Durante el período de crecimiento en peso del fruto, de gran demanda nutricional, la absorción de potasio también compite con la de calcio y magnesio, pudiendo generar deficiencias de estos elementos que son esenciales para la estructura de la membrana celular y la vida útil del fruto en poscosecha (Molina, 2006).

Los procesos fisiológicos de la planta que están regulados por el calcio son abscisión, maduración, senescencia, resistencia de la pared celular, tropismo, germinación de esporas, movimiento del cloroplasto, división celular, hinchamiento de la célula, control del daño por frío y acción hormonal (Whitman, 1993).

El calcio es muy importante para mantener la firmeza de tallos y pecíolos de las plantas y para regular la absorción de nutrientes a través de la membrana celular. Interviene en la división y elongación de las células, en la estructura y permeabilidad de la membrana celular, en el metabolismo de nitrógeno, en la translocación de carbohidratos y mantiene la relación anión/vacuola (Whitman, 1993; Albion Laboratories, 2000).

Los síntomas de deficiencias de calcio se presentan principalmente en los tejidos nuevos (zonas meristemáticas de raíces, tallos y hojas) donde ocurre división celular. Puede presentarse la muerte de los tejidos en crecimiento como brotes nuevos, inflorescencias y puntas de raíces (Albion Laboratories, 2000). La deficiencia de calcio provoca torcedura y deformación de hojas nuevas, moteados amarillentos, manchas parduzcas y clorosis intervenal con la posterior necrosis en hojas nuevas, se produce reducción del crecimiento, presencia de hojas pequeñas, tallos delgados con pocos brotes secundarios, aborto de yemas florales, flores pequeñas, frutos pequeños y sin sabor, escaso desarrollo radicular y raíces más gruesas y cortas de lo normal (Winsor y Adams, 1987).

1.5. Objetivo general

Evaluar las variaciones en las variables de producción, calidad y sanidad de dos cultivares de melón Cantaloupe cultivar '*Primo*' y Honey Dew cultivar '*Silver World*') y de las disponibilidades de nutrientes en suelos con bajos niveles de fertilidad y pobres en materia orgánica de Bella Vista, Corrientes, producidos bajo cubierta con distintas relaciones N/K.

Objetivos específicos

- Medir y comparar el rendimiento del cultivo y las variables de calidad del fruto de melón (tamaño de fruto, peso, firmeza, color y contenido de azúcares) de dos cultivares de melón bajo distintas relaciones N/K.
- Analizar el efecto de distintas relaciones N/K sobre las características del suelo con relación al comportamiento de dos cultivares de melón.
- Determinar qué relación N/K de fertilización tienen influencia en la resistencia a patógeno de postcosecha por parte del fruto de melón

1.5.1. Hipótesis

- Los atributos de calidad del fruto de melón crecidos en suelos pobres en materia orgánica y nutriente están directamente relacionados con el contenido de potasio aportado en el fertirriego.
- Los agregados de nitrógeno y potasio influyen fuertemente sobre la fertilidad de suelos pobres en nutrientes.
- Los cultivares de melón tendrán respuestas diferentes a los tratamientos nutricionales en cantidad y calidad de los frutos debido a la diversidad genética que presentan.
- Los diferentes relaciones N/K tienen efecto en la resistencia a patógenos de poscosecha aumentando la resistencia ante mejoras en la nutrición potásica.

Capítulo 2. Metodología general

2.1. Materiales y métodos

2.1.1. Características de la región de ensayo

La EEA Bella Vista se encuentra ubicada sobre ruta provincial N° 27, en la Colonia 3 de abril del departamento Bella Vista, Provincia de Corrientes. Está situada a 28° 26' de Latitud Sur y 58° 55' de Longitud Oeste y a 70 m sobre el nivel del mar. Posee una superficie de 330 ha; con clima tropical presentando una precipitación media anual de 1.179,37 mm (SD: 275,2 mm), y una media de días lluviosos por año de 83 (SD: 12,5 mm).

2.1.2. Suelo

El suelo pertenece a la Serie Yataití Calle, es un suelo Udipsament árgico, familia arenosa, mixta. Escobar et al. (1996) describen esta serie que presenta epipedón ócrico espeso, arenoso, claro en seco y de estructura masiva. El horizonte Bw subyacente de 50 cm. de espesor, es arenoso franco, pardo rojizo y fuertemente ácido. A los 100 cm de profundidad, se define un horizonte argílico, enterrado (Btb), franco arcillo – arenoso, rojo a rojo oscuro. Los suelos de esta serie son algo excesivamente drenados, con escurrimiento medio y permeabilidad moderadamente rápida, sin peligro de anegamiento.

Tienen excelentes condiciones físicas, para la exploración de las raíces y penetración del agua, La profundidad efectiva sobrepasa los 120 cm. No obstante, posee escasa fertilidad natural, con muy bajos valores de bases de cambio en todo el perfil. El horizonte A es pobre en materia orgánica y la retención de humedad tanto en el A1 como en el B2 es muy baja. Son aptos para cultivos perennes (*Citrus*), forestales y cultivos hortícolas, con manejo de riego y fertilización, coincidiendo con el uso actual. La clase de capacidad de uso es IIIes y el índice de productividad es 29.

2.1.3. Estado inicial del suelo

La Tabla 2.1 muestra la caracterización del suelo el 2 de marzo de 2009 en su estado inicial antes de sembrar, la muestra fue tomada en los primeros 30 cm de profundidad, la que refleja que es un suelo pobre en materia orgánica, bases de cambio, fósforo y magnesio. Los métodos de análisis se encuentran descriptos en el capítulo de Fertilidad de suelos. Las demás muestras de suelo fueron tomadas el 20 de octubre 2009 (cosecha) y el 28 de diciembre de 2009 (poscosecha).

Tabla 2.1 Condiciones iniciales del suelo

pH	MO	N	P	Ca	Mg	K	CE	CIC Arena	Arcilla	Limo	Clase textural	
	%	%	mg kg ⁻¹	Cmolc kg ⁻¹	Cmolc kg ⁻¹	Cmol cKg ⁻¹	μS cm ⁻¹					
6,00	0,67	0,014	11,33	1,63	0,42	0,15	0,22	3.1	62,4	15,7	21,9	Franco arenosa

2.1.4. Condiciones del lote del experimento

El ensayo se realizó en un invernadero a dos aguas con ventilación lateral, de 24 m de largo por 7 m de ancho. Los postes principales fueron de cemento, con una altura central

de 3,5 m. La estructura fue de madera de Eucalipto (tijeras, cumbrera y clavadoras). El techo de polietileno de larga duración y térmico 150 micrones, y los laterales de polietileno de 100 micrones. Se desinfectó el suelo mediante solarización durante los meses de enero y febrero.

Se sembraron 50 plantines para cada cultivar de melón, estos fueron rellenos con sustrato inerte y fueron sometidos a riegos diarios; al presentar los plantines la tercer hoja verdadera se realizó el trasplante al invernáculo.

Se plantaron los cultivares en doble hilera en camellones, tutorado, la distancia entre hileras fue de 60 cm y distanciada de la próxima doble hilera a 120 cm, cada planta estuvo separada de la próxima a 0,40 cm, de lo que resulto siete plantas por cada hilera. La densidad de plantación fue de 2,8 plantas/m². La fuente de agua para riego fue de origen de agua de perforación suministrada a través de una casilla de riego. Se realizó un análisis de agua para evaluar sus propiedades físico-químicas y definir si era apta para riego, los resultados se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Resultados de análisis de agua de estación experimental EEA Bella Vista.

Parámetros	Valor
pH	5,4
CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	76,3
Alcalinidad (exp. en CaCO_3) por bicarbonatos(mg L^{-1})	80
Cloruros (mg L^{-1})	8,0
Sulfatos (mg L^{-1})	4,39
Calcio (mg L^{-1})	14,0
Magnesio (mg L^{-1})	6,0
Dureza total exp. en CaCO_3	60,0
Sodio (mg L^{-1})	4,20
Potasio (mg L^{-1})	2,76

El agua de riego fue dirigida hacia tres tanques de 500 litros cada uno mediante una tubería central, cada tanque conteniendo la solución fertilizante de cada tratamiento de fertilización: se conectó cada tanque a una bomba de ½ HP y se le incorporó un filtro de malla. Se instaló un tablero principal para el control eléctrico de las bombas. La red de distribución estuvo constituida por mangueras de ½ pulgada, con derivaciones a cintas de riego (con goteros cada 10 cm), resultando una densidad de goteros de 11 goteros m⁻²

Se instalaron sondas “Watermark” para medir la humedad del suelo y tener un control de las necesidades hídricas, una sonda se colocó en la zona radicular (a 30 cm) y otra en la zona superficial (a 15 cm). Se tomaron medidas de las sondas cada dos días y de acuerdo al resultado arrojado por el mismo, se adaptó el riego suministrado, tomando de referencia el rango de medición de las sondas de 0 (saturado) a 200 cbar kPa⁻¹.

Tabla 2.3 Riego diario

Período	Tiempo (min)	Lámina (mm)	Superficie regada (m ²)	Volumen aplicado/superficie regada	
				m ³	Litros
Hasta quinta hoja verdadera	10	0,69	144	0,1	100
Quinta hoja a floración	15	1,03	144	0,15	150
Floración en adelante	20	1,38	144	0,2	200

2.1.5. Diseño experimental

El diseño del experimento es completamente aleatorizado en bloques con arreglo factorial, con los factores material vegetal y fertilización, con cuatro repeticiones. La combinación de los tratamientos dio como resultado 6 tratamientos (un factorial de 2 cultivares x 3 niveles de fertilización) tratamientos. Las parcelas 6 x 3 m fueron las unidades experimentales, a las cuales se les asignaron aleatoriamente los tratamientos.

2.1.6. Tratamientos de Material Vegetal

Se utilizaron dos cultivares de melón: Cantaloupe cv 'Primo' y Honey Dew cv 'Silver world'. Se realizó los plantines el 22 de junio de 2009 y se realizó el trasplante cuando los cultivares presentaron la tercera hoja verdadera el 10 de agosto de 2009. Cuando presentaron cinco hojas verdaderas se despuntaron de la rama principal por encima de la tercera hoja, cada rama nueva se pudo al tener seis hojas. El índice de cosecha lo dio el desprendimiento del pedúnculo del fruto. Se limitó el número de frutos por plantas, dejando sólo dos por planta. Se cosecharon los frutos y luego se aplicó técnica de cuarteo (Sgrosso, S, comunicación personal) para proceder a la congelación del fruto, excepto los frutos destinados a ensayo de susceptibilidad a patógenos los cuales fueron mantenidos en bandejas en laboratorio durante 7 días. Durante la duración total del ensayo se registró una temperatura media de 23°C y humedad relativa de 75 %.

2.1.7. Tratamientos de Fertilización

Los tratamientos de fertilización se basaron en las necesidades nutricionales propuestas para el cultivo de melón según Bar Yosef (1991) se usaron esos requerimientos porque son similares a los comúnmente usados en la zona. Siendo los suelos de la serie Yataití Calle pobres en fósforo, y de acuerdo a la experiencia que existe en la zona con el manejo de suelos arenosos y de fertirrigación en cultivos hortícolas bajo cubierta, se tomó la decisión de realizar una fertilización de base agregando 500 kg/ha de súper fosfato triple (0-46-0) al voleo en cobertura total. Los tratamientos de fertilización son los siguientes:

Tratamiento 1: Agregado de fertilizantes nitrogenados y potásicos para llegar a la dosis y a la relación nitrógeno/potasio de la fertilización aplicada propuesta por Bar Yosef (1991), relación N/K

Tratamiento 2: agregado el doble de la dosis de potasio con respecto a lo propuesto por Bar Yosef (1991). Como la cantidad de N que se agrega permanece constante, la relación N/K del fertilizante agregado disminuye a la mitad.

Tratamiento 3: agregado de la mitad de dosis de potasio con respecto a lo propuesto por Bar Yosef (1991). Como la cantidad de N que se agrega permanece constante, la relación N/K del fertilizante agregado aumenta al doble.

En la Tabla 2.4 se muestran los requerimientos de fertilizantes para los tres tratamientos.

Tabla 2.4. Fertilización para el cultivo de melón.* Dosis diaria recomendada por Bar Yosef (1991).

Días	*N (kg/ha)	*K (Kg/ha)	T1 Relación Tratamiento 1*	N/K K	T2 Relación Tratamiento 2	N/K K	T3 Relación Tratamiento 3	N/K
1-10	0,15	0,10	1,50	0,2	0,75	0,05	3,00	
11-20	0,20	0,25	0,80	0,5	0,40	0,12	1,60	
21-30	0,35	0,60	0,58	1,20	0,29	0,29	1,17	
31-40	0,90	1,45	0,62	2,90	0,31	0,72	1,24	
41-50	1,30	3,00	0,43	6,04	0,22	1,49	0,87	
51-60	2,50	6,00	0,42	11,90	0,21	3,01	0,83	
61-70	4,30	7,00	0,61	14,09	0,31	3,49	1,23	
71-80	2,40	8,00	0,30	16	0,15	4	0,60	
81-90	1,20	7,50	0,16	15	0,08	3,75	0,32	
91-100	1,00	3,50	0,29	6,89	0,14	1,75	0,57	
101-110	0,50	1,00	0,50	2	0,25	0,5	1,00	
111-120	0,30	0,05	6,00	0,1	3,00	0,02	12,00	
total	150,10	380,45	0,39	790,47	0,19	190,11	0,79	

Para cubrir la demanda de nitrógeno y potasio se utilizaron las siguientes fuentes: nitrato de potasio, sulfato de potasio, nitrato de calcio, cloruro de potasio y fosfato monoamónico, el potasio se agregó como óxido de potasio, en la tabla se lo expresa como K elemental, pero al aplicar a la solución fertilizante se hizo la conversión a óxido de potasio. Las cantidades de nitrato de calcio que se agregaron fueron pocas por lo que las relaciones finales entre calcio y potasio agregado no variaron demasiado en los tratamientos.

2.1.1. Aislamientos para identificación del patógeno de poscosecha

Se realizaron en el laboratorio el aislamiento de hongos del género *Fusarium* a partir de los frutos del mercado.

2.1.2. Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 1999). Previamente se corroboraron los supuestos de normalidad, a través del test de Shapiro-Wilk (Shapiro y Wilk, 1965), homogeneidad de varianzas e independencia de las observaciones. Las variables de rendimiento, de calidad y de sanidad de los frutos y las variables de suelo medidas fueron evaluadas mediante un análisis de varianza, y comparación de medias por el test de Tuckey se realizó cuando el estadístico-F entre tratamientos fue significativo.

Se utilizó con el procedimiento PROC REG del programa SAS para el análisis de regresión simple entre las variables respuesta (rendimiento y variables de calidad y sanidad del melón) y las distintas variables edáficas medidas.

Capítulo 3. Propiedades físico-químicas de los frutos de melón afectadas por distintas dosis y relaciones N/K

3.1. Introducción

Las propiedades físicas, químicas y organolépticas están relacionadas con la calidad del fruto de melón. En este capítulo se caracterizarán y analizarán las propiedades físicas y químicas del fruto de melón como: tamaño, diámetro, longitud de la cavidad central, grosor de la pulpa y cáscara, resistencia a la presión (textura), color externo e interno, sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix), azúcares totales, reductores y no reductores, pH y concentración de nitratos, con relación con a la solución nutritiva con distintas relaciones N/K.

La apariencia externa es un factor importante de calidad que determina el valor de comercialización final del producto la cual influye en la toma de decisión del consumidor. La apariencia externa es evaluada por diferentes atributos como tamaño, color y forma entre otros (Chitarra y Chitarra, 2005). Durante el crecimiento y maduración del fruto de melón otras características como el color interno y externo y longitud de cavidad central, son importantes en la determinación de la calidad (Micollis y Saltveit, 1995). El color es una de las características que define la calidad del producto y que más influye en el consumidor en el momento de aceptar o rechazar un alimento (Calvo, 2003). Se puede definir el color en el sentido físico como la distribución de energía de una luz reflejada o transmitida por un alimento en particular (Francis y Clydesdale, 1975). La textura es un atributo muy importante en la selección y preferencia de los frutos, y además es reconocida como un atributo de su calidad. El sabor de un fruto está dado principalmente por su contenido de azúcares (dulzor), ácidos (acidez) y aroma. Una de las características más estudiadas en el melón es el contenido sólidos solubles totales (SST), definido como un porcentaje de sólidos solubles extraído del jugo de la pulpa del fruto. El sabor característico y diferente de las frutas a su vez influye en su calidad, se debe a la gran variación de sus componentes, entre ellos los azúcares. Los carbohidratos, conocidos generalmente como azúcares, pueden ser reductores y no reductores. Los azúcares reductores son aquellos que, como la glucosa, fructosa, lactosa y maltosa presentan un carbono libre en su estructura y pueden reducir, en determinadas condiciones, a las sales cúpricas. La sacarosa al igual que otros polisacáridos no reductores no es capaz de reaccionar con los reactivos de cobre, dado que los carbonos anoméricos de la glucosa y la fructosa que la componen están implicados en el enlace glicosídico, restándole reactividad a la molécula.

La nutrición de las plantas no afecta su productividad sino también las características intrínsecas y extrínsecas del producto final. Es así que el nitrógeno es el principal factor de crecimiento de las plantas cultivadas, siendo el nutriente más limitante en la mayoría de la producción agrícola. La valoración de nitratos (NO_3^-), principal forma inorgánica absorbida por los vegetales, interesa en las disciplinas agrícolas y ambientales. Los nitratos son una de las especies químicas analizadas con mayor frecuencia como constituyente normal en abonos y fertilizantes, o como contaminante en productos alimenticios, aguas de consumo, desechos urbanos e industriales. Además, la cuantificación de nitratos en tejidos vegetales es utilizada corrientemente para diagnosticar el estado nutricional de las plantas cultivadas (Valdés. et al. 2003). El nitrógeno tiene gran impacto en el crecimiento y desarrollo del fruto de melón, aumenta el número de flores y mejora el peso y el tamaño del fruto. Se conoce al potasio como el “elemento calidad” en la producción de cultivos debido a que favorece muchos procesos que incrementan la calidad intrínseca y extrínseca de frutas y granos (Molina, 2006).

El potasio incrementa el contenido de sólidos solubles, aumenta el peso y el tamaño del fruto, mejora el color externo y el sabor, así como resistencia durante el almacenamiento y transporte del fruto, lo hace más resistente al daño por frío, a los patógenos e incrementa la vida poscosecha del fruto de melón, debido al incremento de las paredes celulares (Molina E, 2006). Es probable entonces que tratamientos con distintas dosis y relaciones N/K afecten la calidad de los frutos de melón. Considero que los atributos de calidad del fruto de melón cultivados en suelos pobres en materia orgánica y nutrientes están directamente relacionados con el contenido de potasio aportado en el fertirriego, y que esta respuesta puede ser diferente entre los cultivares evaluados.

3.2. Materiales y métodos

La metodología general utilizada es la descrita en el capítulo II Metodología General. Para todas las determinaciones se utilizaron 6 frutos de melón por repetición, considerándola representativa del total de la poblaciones de melones. Siempre se tomó la misma cantidad de frutos dado que la densidad del cultivo y el número de frutos por planta fue igual para todos los tratamientos.

3.2.1. Medición del Rendimiento

3.2.1.1. Materiales

Balanza de digital: TH5000, capacidad máxima 5000 g, precisión 2 g.

3.2.1.2. Procedimientos (Sgroppo S, comunicación personal)

Los frutos de cada cultivar de melón y tratamientos de fertilización fueron cosechados y pesados registrándose los pesos frescos en planillas. Número de frutos por m².

3.2.2. Diámetro ecuatorial y polar

3.2.2.1. Materiales

Calibre: Vernier Caliper, tamaño 15 cm, precisión 1/20 mm.

3.2.2.2. Procedimientos

Cada fruto fue dividido por la parte ecuatorial (plano normal al eje que pasa por el pedúnculo y la base, de mayor radio), se tomaron dos medidas de diámetros sobre el plano utilizando un calibre.

Luego se unieron ambas mitades y se lo dividió por la parte polar (plano normal al ecuatorial), se tomó una medida de diámetro sobre el plano mediante un calibre, los resultados se expresaron en cm.

3.2.3. Grosor de la cáscara ecuatorial y polar

3.2.3.1. Materiales

Calibre con precisión Vernier Caliper, tamaño 15 cm, precisión 1/20 mm.

3.2.3.2. Procedimientos

Al fruto cortado ecuatorialmente se le tomaron medidas del grosor de la cáscara en cuatro puntos, cuando el fruto se encontraba cortado en forma polar se le tomaron las

medidas del grosor de la cáscara en la zona del pedúnculo y base, estas medidas fueron tomadas utilizando un calibre, las medidas fueron expresadas en centímetros (cm).

3.2.4. Longitud de la cavidad central ecuatorial y polar

3.2.4.1. Materiales

Calibre con precisión Vernier Caliper, tamaño 15 cm, precisión 1/20 mm.

3.2.4.2. Procedimientos

Cuando el fruto se encontraba cortado en forma ecuatorial se tomaron dos medidas de diámetro de la longitud de la cavidad central sobre el plano ecuatorial; del mismo modo al estar el fruto cortado en forma polar se tomaron las medidas del diámetro de la longitud de la cavidad central sobre el plano polar, las medidas fueron tomadas utilizando un calibre y los resultados se expresaron en centímetros (cm).

3.2.5. Grosor de la pulpa ecuatorial y polar

Por diferencia entre el radio, mitad de la longitud de la cavidad central y grosor de la cáscara del fruto se obtuvo el grosor de la pulpa en 6 frutos por cada cultivar de melón, las medidas fueron expresadas en centímetros (cm).

3.2.6. Resistencia a la presión del fruto

3.2.6.1. Materiales

Durómetro digital Bareiss. Tipo: Fff. Rango 0-100 Fff (escala de firmeza en una fruta, 0-blando, 100-duro). Esta escala está directamente relacionada con la fuerza de aplicación sobre la muestra, la fuerza del resorte interno de equipo, y la sección de la punta empleada en este momento.

3.2.6.2. Procedimientos

Se midió la resistencia a la presión utilizando un durómetro Bareiss. Se ubicó el instrumento sobre la zona ecuatorial del fruto y se presionó hasta el sonido indicador de la lectura. Se tomaron cuatro medidas sobre distintos puntos de la zona ecuatorial.

3.2.7. Sólidos solubles totales (°Brix)

3.2.7.1. Materiales

Refractómetro digital Atago. Rango: 0-30 °Brix, precisión 2 °Brix.

3.2.7.2. Procedimientos

En principio se calibró a cero el instrumento con agua destilada.

Se extrajo el jugo de cuatro trozos de pulpa de distintos puntos del fruto, se lo colocó sobre la cavidad para la medición del instrumento y se midieron los °Brix en 6 cantidades de frutos por repetición. Las mediciones fueron expresadas en °Brix.

3.2.8. Parámetros del color en cáscara y pulpa

3.2.8.1. Materiales

- Colorímetro modelo KONICA MINOLTA Chroma Meter CR-400.

3.2.8.2. Procedimientos

Las coordenadas de color utilizadas para expresar los resultados corresponden al sistema CIELAB (L^* , a^* , b^*). El parámetro L^* indica luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad indican direcciones de colores $+a^*$ es la dirección del rojo, $-a^*$ es la dirección del verde, $+b^*$ es la dirección del amarillo y $-b^*$ es la dirección del azul. El centro es acromático; a medida que los valores de a^* y b^* aumentan y el punto se separa del centro, la saturación del color se incrementa, dando una esfera de color, este instrumento también permite obtener el parámetro “H” (Hue), que mide el matiz ó ángulo de tono y se calcula como ángulo de tono $h = \arctan(b/a)$ y el parámetro “C” el cual mide la intensidad o saturación (C_r) calculado de la siguiente manera $C_r = (a^2 + b^2)^{1/2}$. El equipo se calibró con el patrón correspondiente, y sobre cada fruto cortado en forma ecuatorial se realizaron cinco lecturas sobre la pulpa y la cáscara en distintos puntos rotando el fruto. Se obtuvieron los parámetros de color correspondiente de cada cultivar de melón y cada tratamiento de fertilización.

3.2.9. Medición del pH

3.2.9.1. Materiales

- pHmetro Metrohom
- Soluciones buffers pH=4 y 7.

3.2.9.2. Procedimientos

Se calibró el pHmetro con soluciones buffers, se tomaron tres trozos de 5 g de cada fruto y se colocó el electrodo para sólidos presionándolo sobre la superficie de los trozos, se tomaron las medidas de pH de los frutos. Las medidas fueron expresadas en la escala de pH.

3.2.10. Determinación de nitratos por colorimetría con ácido salicílico

(Valdés, A. et al ,2003) técnica adaptada para frutos de melón Cantaloupe y Honey Dew.

3.2.10.1. Materiales

- 7 g de tejido fresco triturado proveniente de 6 frutos de melón cultivar Cantaloupe y 7 g de tejido triturado de 6 frutos cultivar Honey Dew correspondiente a cada tratamiento y repetición seleccionados al azar.
- Agua destilada
- Embudo
- Tela para filtro
- Ácido salicílico 5%
- Hidróxido de sodio 2N
- Agitador Vortex

- Matraz de 50 mL
- Tubos de ensayos de 25 mL
- Balanza analítica Acculab, 120g +/-0.0001g
- Espectrofotómetro Metrolab 1700

3.2.10.2. Procedimientos

Se colocó a ebullición 7 g de muestra de melón en 15 mL de agua destilada durante 10 minutos, luego se filtró con embudo y tela se llevó a 20 mL con agua destilada. Se pipeteó una alícuota de 0,1 mL del extracto obtenido. Posteriormente se agregó a 0,4 mL de ácido salicílico al 5 %, se esperó 20 minutos, luego se agregó 9,5 mL de Na OH 2 N, se agitó en Vortex, se leyó en el espectrofotómetro a 410 nm. Se prepararon las soluciones patrón de nitrato con 300, 600, 900, 1200 y 1500 ppm a partir de una solución madre de 2000 ppm de nitrato de potasio. Se pipetearon alícuotas de 0,1 mL de las soluciones patrón. Se adicionó a cada tubo los mismos reactivos que para el tubo problema. Se agitó en Vortex durante 5 minutos, luego se realizó la lectura a 410 nm en espectrofotómetro.

Se leyó la absorbancia y utilizando la curva de calibración de los nitratos, realizada previamente, se calcularon las concentraciones en ppm.

3.2.11. *Determinación de azúcares por el método de Somogy-Nelson*

(Southgate, 1974)

3.2.11.1. Materiales

- 10 g de tejido vegetal triturado de muestra provenientes de 6 frutos de melón cultivar Cantaloupe y otros 10 g de tejido vegetal triturado de 6 frutos de melón cultivar Honey Dew correspondiente a cada tratamiento y repetición seleccionados al azar.
- Etanol 96%
- Papel de filtro Whatman N°1
- Solución de Sulfato de cobre: 20 g 100 mL⁻¹
- Solución de Sulfato de sodio anhidro: 120 g 100 mL⁻¹
- Agua destilada
- Solución de Carbonato de sodio: 30 g 100 mL⁻¹
- Solución de Tartrato de sodio y potasio: 15 g 100 mL⁻¹
- Solución de sulfato de sodio: 120 g 100 mL⁻¹
- Solución de Molibdato de amonio: 50 g 100 mL⁻¹

- Ácido sulfúrico concentrado
- Solución de Arseniato ácido de sodio: 6 g 100 mL⁻¹
- Solución patrón de concentración 0.1011 g 100 mL⁻¹ Glucosa
- Vasos de precipitados de 50 mL
- Tubos de ensayos de 10 mL
- Erlenmeyer de 250 mL
- Pipetas graduadas de 1 mL, 5 mL y 10 mL
- Probetas de 50 mL
- Frascos color caramelo de 1 L
- Balanza analítica Acculab 120g +/-0.0001g
- Espectrofotómetro Metrolab 1700

3.2.11.2. Procedimiento

Solución de cobre: se preparó la solución A de cobre pesando 20 g de sulfato de cobre y 120 g de sulfato de sodio se lo llevó a 1 L con agua destilada.

Por separado se pesó 30 g de carbonato de sodio, 15 g de tartrato de sodio y potasio y 120 g de sulfato de sodio luego estos fueron llevados a 1 L con agua destilada formando la solución B. Recién en el momento de la medición se mezcló un volumen de A con 4 de B.

Solución de arsenomolibdato: se disolvió en 900 mL agua destilada caliente 50 g de molibdato de amonio y se agregó 42 mL de ácido sulfúrico concentrado. Separadamente se disolvió 6 g de arseniato de sodio en 50 mL de agua destilado, se la mezcló con la solución de molibdato y se mantuvo a 37 °C durante 24 h, luego se la guardó en un frasco color caramelo.

Se prepararon extractos alcohólicos de la muestra, para ello se pesaron 10 g de muestra y se le añadió 30 mL de etanol se procesó y se lo filtró y lavó con etanol hasta decoloración total, se midió el volumen final, se lo expresó en mL.

Se procedió a confeccionar la curva de calibración de la glucosa con 0,3 µg mL⁻¹ de glucosa patrón, la solución patrón fue de 0,1011 g 100 mL⁻¹ en volúmenes de 50, 100, 150 y 180 µL. Se leyó la absorbancia a 520 nm.

3.2.12. Determinación de azúcares totales

Una alícuota de 0.1mL de extracto alcohólico se le adicionó 1.9 mL de agua se calentó durante 5 minutos se le añadió 1 mL de HCl 0,1 N y se volvió a calentar durante 10 minutos y luego se procedió a añadir 2 mL de solución de cobre (AB). Nuevamente se lo calentó durante 10 minutos y se lo enfrió rápidamente en un baño de agua fría luego se

agregó 1 mL de solución de arseniato más 4 mL de agua, se lo dejó 30 minutos en la oscuridad para proceder luego a leer la absorbancia en el espectrofotómetro a 520 nm.

3.2.13. Determinación de azúcares reductores

Una alícuota de 0.1mL de extracto alcohólico se le adicionó 1.9 mL de agua, se calentó durante 5 minutos luego se añadió 1 mL de agua destilada y se procedió a calentarlo durante 10 minutos, luego se le agregó 2 mL de solución de cobre (AB) y se lo calentó nuevamente durante 10 minutos luego se lo enfrió rápidamente en un baño de agua fría. Se agregó 1 mL de solución de arseniato más 4 mL de agua destilada, se lo dejó en la oscuridad por 30 minutos y se leyó la absorbancia en el espectrofotómetro a 520 nm.

3.2.14. Determinación de azúcares no reductores

Se determinó por diferencia entre los azúcares totales y los reductores.

3.3. Resultados

3.3.1. Rendimiento

Los rendimientos por unidad de superficie del cultivar Honey Dew oscilaron entre 6,7 kg m⁻² para el tratamiento T3, y 14,1 kg m⁻² para el tratamiento T2 (Figura 2). El rendimiento por unidad de superficie del cultivar Cantaloupe osciló entre 8,3 Kg m⁻² para el tratamiento T3 y 12,8 Kg m⁻² para el tratamiento T2 (Figura 3.1).

Se encontraron evidencias significativas de la interacción entre los factores cultivares de melón y fertilizaciones sobre el rendimiento (p=0,03, Figura 3.1).

Para los casos en los que se agregó la dosis estándar, T1, y la mitad de la dosis de potasio, T3, no hubo diferencias significativas entre cultivares (p=0,43 para T1 y p=0,11 para T3); en cambio para el tratamiento con la mayor dosis de potasio, T2, el rendimiento del cultivar Honey Dew fue significativamente mayor al tratamiento de la del cultivar Cantaloupe (p=0,009).

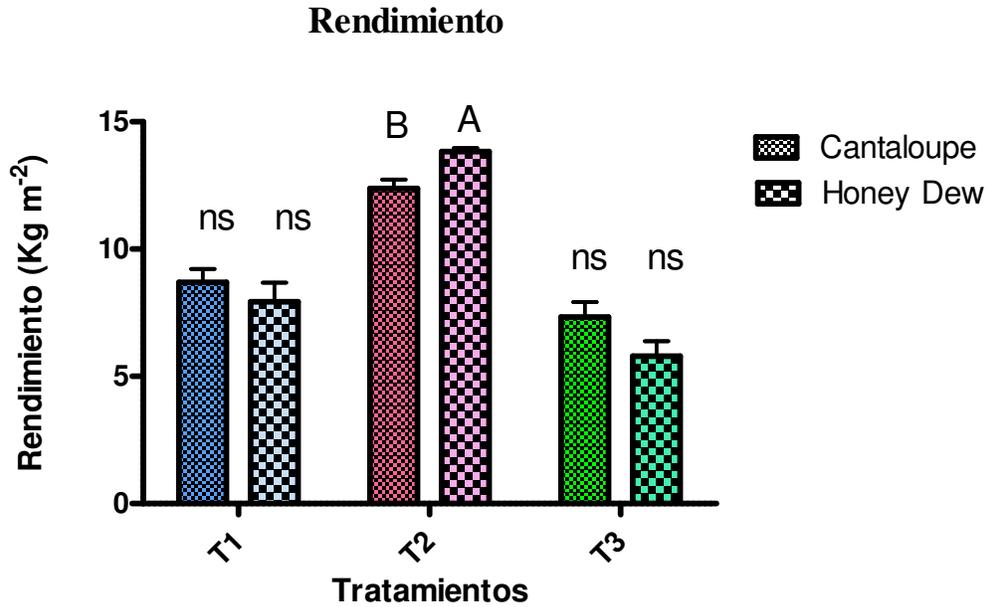


Figura 3.1. Rendimiento del cultivo de melón Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares, mientras que ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

El tratamiento con el doble de potasio, T₂, presentó un rendimiento promedio significativamente mayor que el resto de los tratamientos, tanto para el cultivar Honey Dew ($p < 0,0001$, Figura 3.2 (a)) como para el cultivar Cantaloupe ($p = 0,0002$, Figura 3.2 (b)).

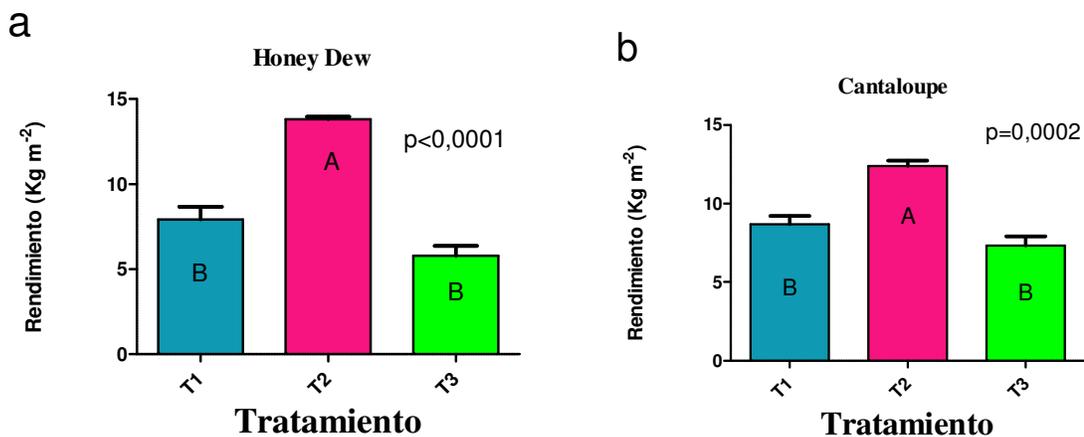


Figura 3.2. Rendimiento para los tratamientos de fertilización para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

3.3.2. Diámetro ecuatorial y polar

No se encontró interacción entre los factores cultivares y fertilización para el diámetro ecuatorial ($p = 0,88$) y polar ($p = 0,17$) de los frutos de melón. No se detectaron efectos significativos de los cultivares sobre el diámetro ecuatorial ($p = 0,82$, Figura 3.3 (a)) o polar ($p = 0,34$, Figura 3.3 (b))

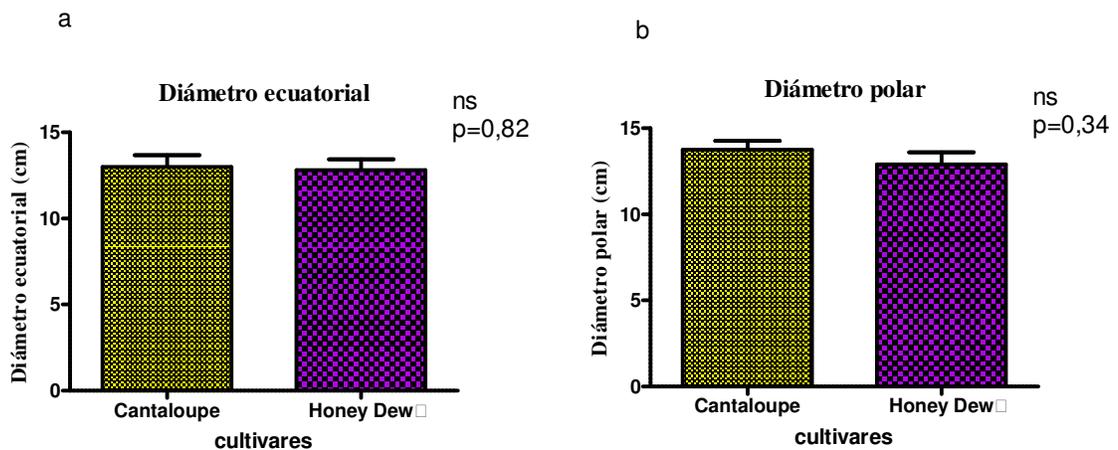


Figura 3.3. Diámetro ecuatorial (a) y polar (b) para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

En el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro ecuatorial o polar entre tratamientos de fertilización ($p < 0,0001$, Figura 3.4 (a), $p < 0,0001$, Figura 3.4 (b), respectivamente) para el cultivar Honey Dew, también se encontraron diferencias significativas en el diámetro ecuatorial o polar ($p < 0,0001$, Figura 3.5 (a) y $p = 0,002$, Figura 3.5 (b), respectivamente) en el cultivar Cantaloupe, detectándose que en ambas cultivares el tratamiento T2 fue el que presentó los mayores valores de estas propiedades siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio aplicado; los tratamientos T1 y T3 presentaron valores similares entre sí en ambos cultivares de melón.

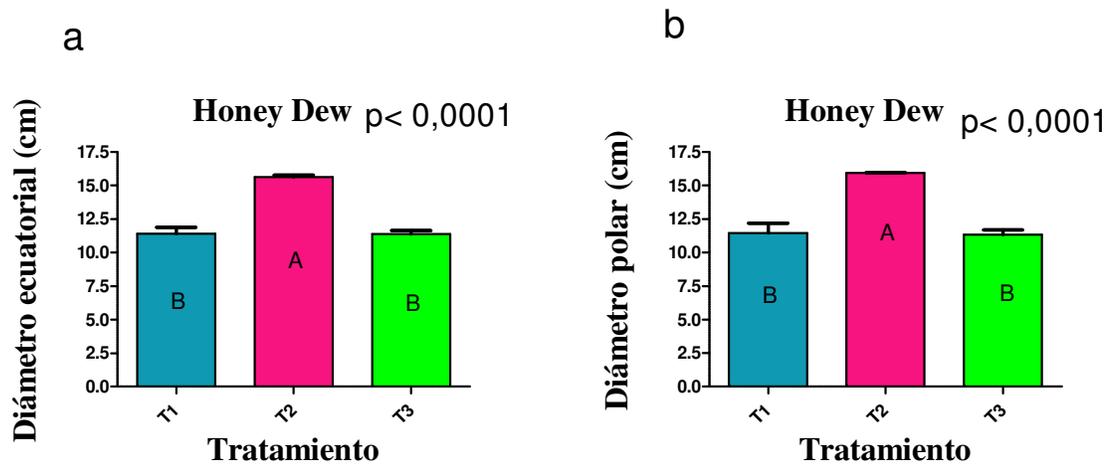


Figura 3.4. Diámetro ecuatorial (a) y polar (b) del cultivar Honey Dew para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

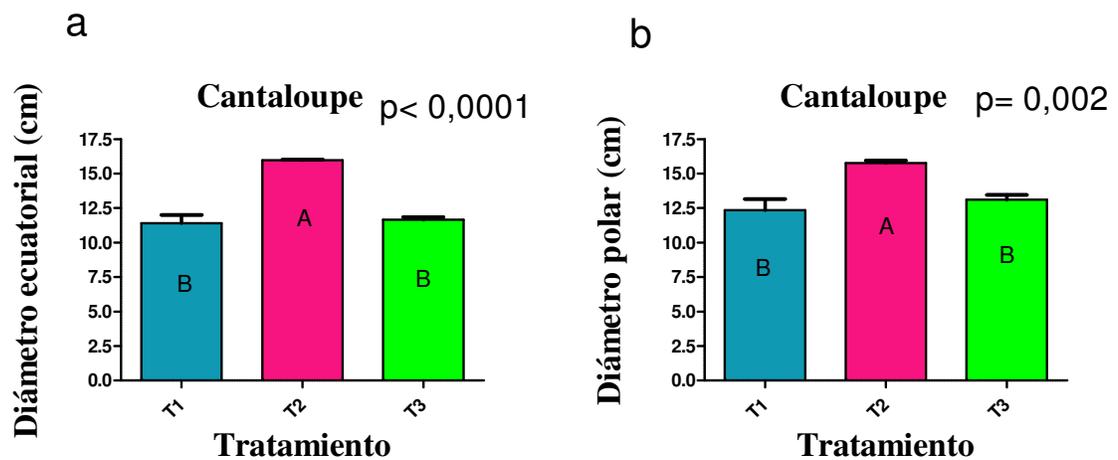


Figura 3.5. Diámetro ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización del cultivar Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Se encontraron relaciones significativas, positivas y lineales entre el peso por fruto y el diámetro ecuatorial ($p = 0,0001$, $R^2 = 0,78$, Figura 3.6 (a)) y polar ($p < 0,0001$, $R^2 = 0,80$, Figura 3.6 (b)) para el cultivar Honey Dew y también para el cultivar Cantaloupe ($R^2 = 0,62$, $p = 0,002$, Figura 3.7 (a)) y polar ($p = 0,003$, $R^2 = 0,58$, Figura 3.7 (b)).

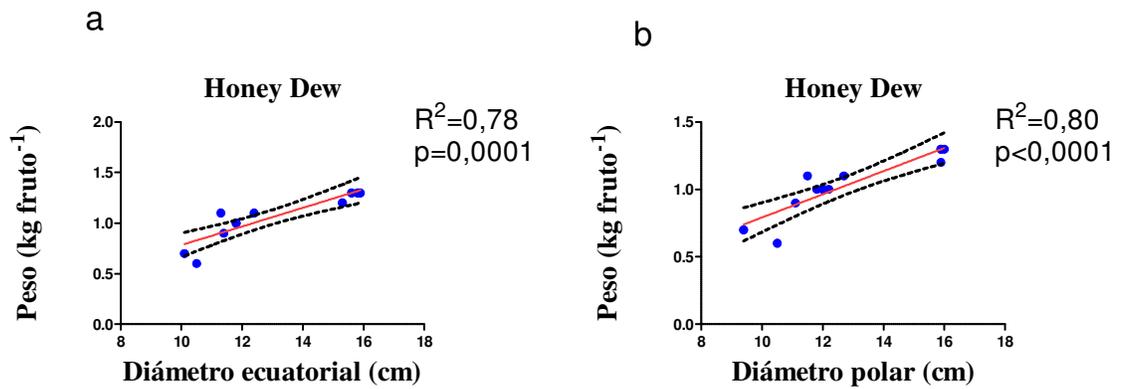


Figura 3.6. Relación entre peso por fruto y diámetro ecuatorial (a) y polar (b) para el cultivar Honey Dew. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %.

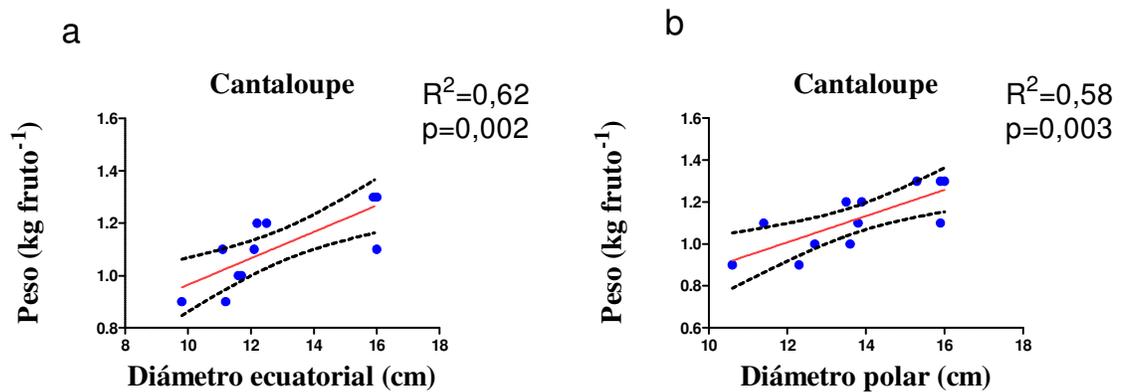


Figura 3.7. Relación entre peso por fruto y diámetro ecuatorial (a) y polar (b) para el cultivar Cantaloupe. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

3.3.3. Grosor de la cáscara ecuatorial y polar

No se encontró interacción entre los factores cultivares y fertilizaciones en el grosor de la cáscara ecuatorial ($p=0,60$) y cáscara polar ($p=0,46$). Se detectaron efectos significativos de los cultivares sobre el grosor de la cáscara ecuatorial ($p=0,05$, Figura 3.8 (a)) y polar ($p=0,001$, Figura 3.8 (b)); el cultivar Cantaloupe presentó mayor valor en ambos grosores de cáscara.

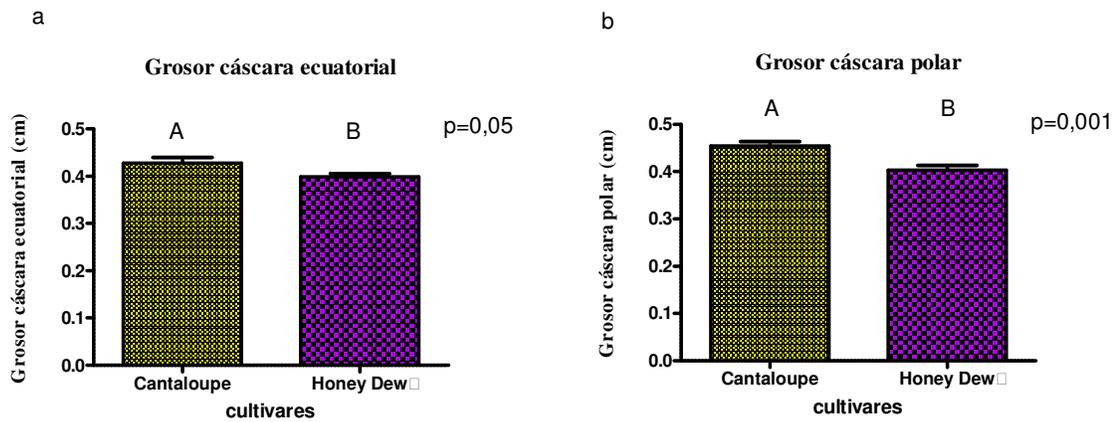


Figura 3.8. Grosor de la cáscara ecuatorial (a) y polar (b) para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

En el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el grosor de la cáscara ecuatorial o en el grosor de la cáscara polar entre tratamientos de fertilización ($p=0,42$, Figura 3.9 (a), $p=0,99$, Figura 3.9 (b), respectivamente) para el cultivar Honey Dew, tampoco se encontraron diferencias significativas entre tratamientos de fertilización en el grosor de la cáscara ecuatorial o polar ($p=0,65$, Figura 3.10 (a), $p=0,22$, Figura 3.10 (b), respectivamente) en el cultivar Cantaloupe.

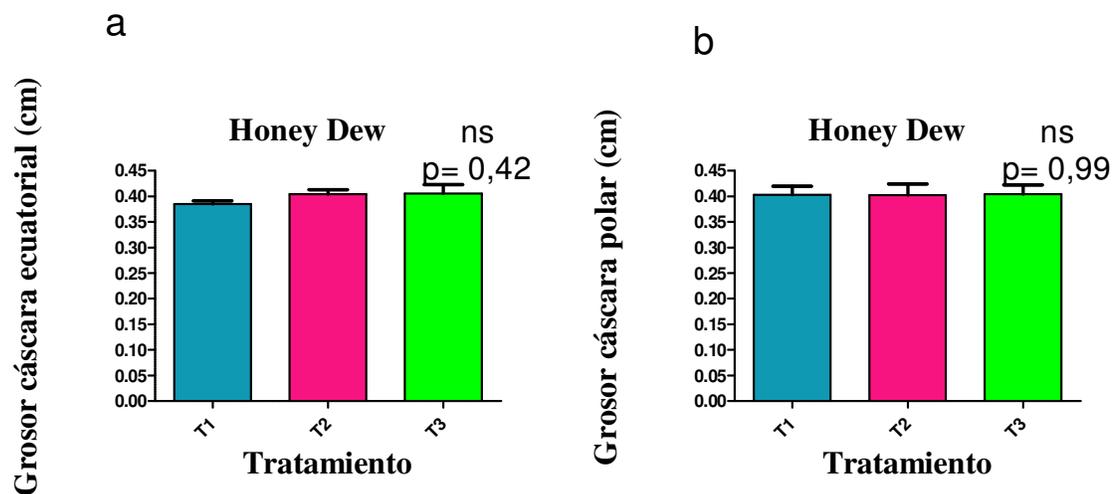


Figura 3.9. Grosor ecuatorial (a) y polar (b) de la cáscara para los tratamientos de fertilización del cultivar Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

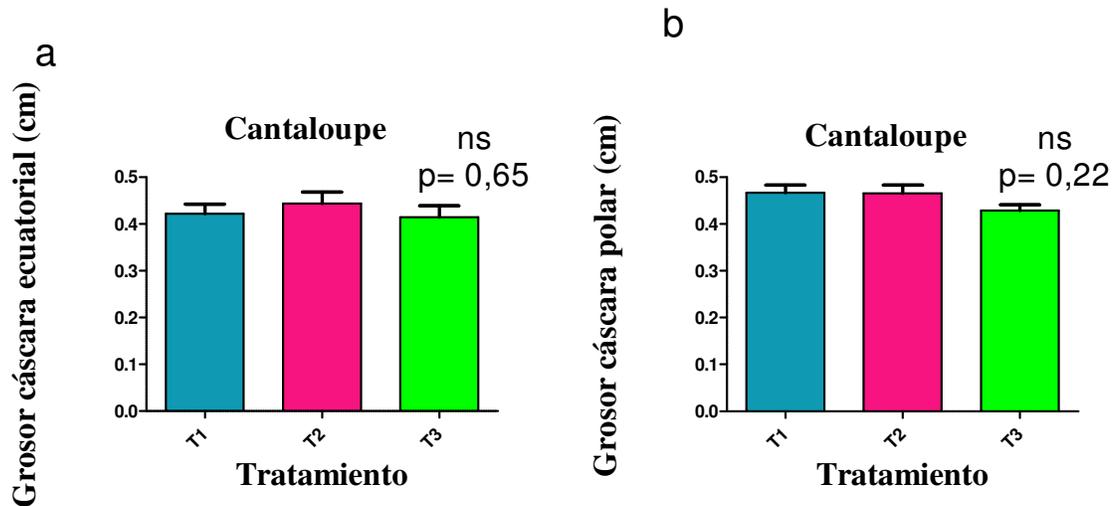


Figura 3.10. Grosor de la cáscara ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización del cultivar Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

3.3.4. Longitud de la cavidad central ecuatorial y polar

No se encontró interacción entre los factores cultivares y fertilizaciones en la longitud de la cavidad central ecuatorial ($p=0,37$) o en la longitud de la cavidad central polar ($p=0,24$). No se detectaron efectos significativos de los cultivares en la longitud de la cavidad central ecuatorial ($p=0,15$, Figura 3.11 (a)), por el contrario si se encontraron efectos significativos de los cultivares en la longitud de la cavidad polar ($p=0,002$, Figura 3.11 (b)) en donde el cultivar Cantaloupe presentó mayor valor.

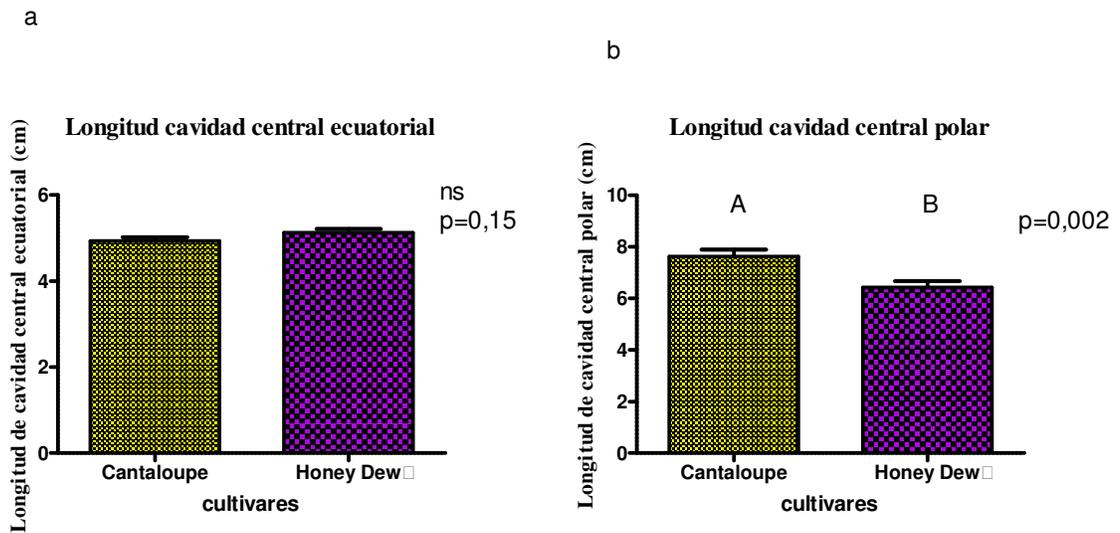


Figura 3.11. Longitud de la cavidad central ecuatorial (a) y polar (b) para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

En el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la longitud de la cavidad central ecuatorial o polar ($p=0,91$, Figura 3.12 (a), $p=0,93$, Figura 3.12 (b), respectivamente) para el cultivar Honey Dew, tampoco se encontraron diferencias significativas en la longitud de la cavidad central ecuatorial o polar en el cultivar Cantaloupe ($p=0,88$, Figura 3.13 (a), $p=0,84$, Figura 3.13 (b), respectivamente) afectadas por los tratamientos de fertilización.

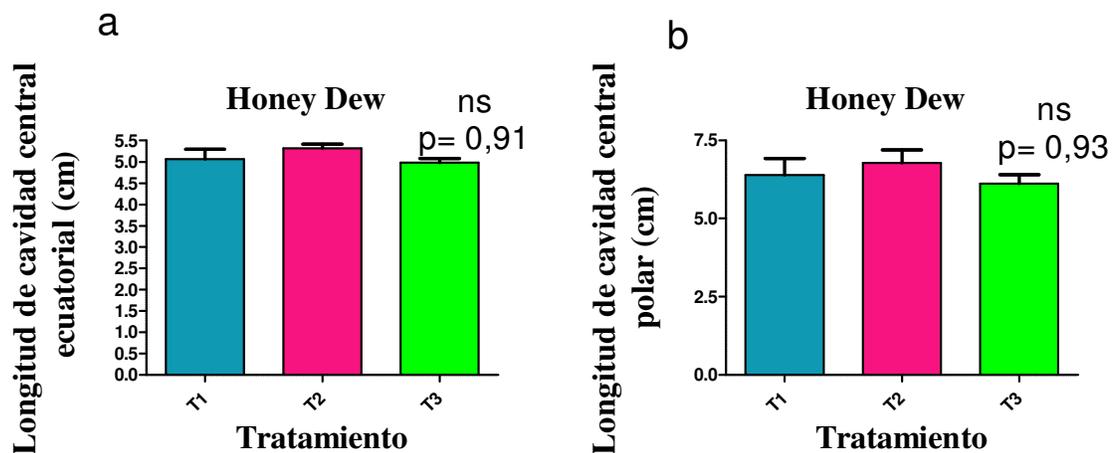
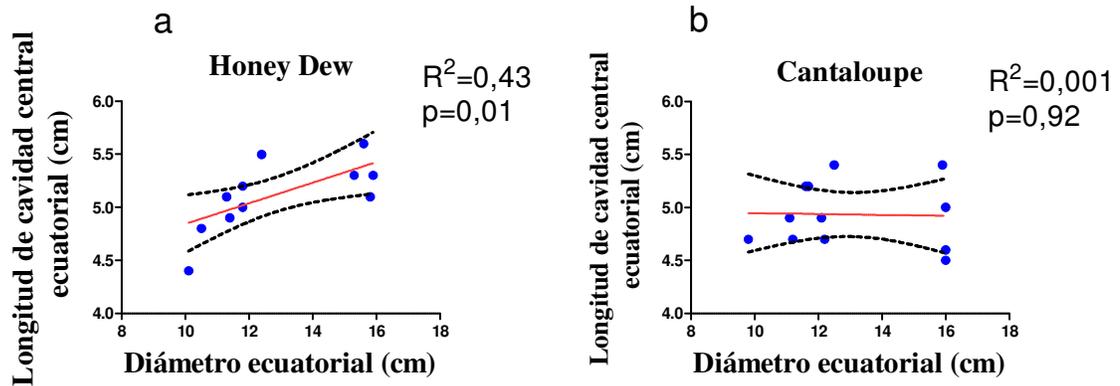


Figura 3.12. Longitud de la cavidad central ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización cultivar Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4

repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativa ($p>0,05$).



3.13 Relación entre longitud de cavidad central ecuatorial y diámetro ecuatorial

Se encontró relación significativa, positiva y débilmente lineal (R^2 bajo) entre la longitud de la cavidad central ecuatorial y el diámetro ecuatorial en el cultivar Honey Dew (Figura 3.14 (a)) por el contrario la longitud de la cavidad central ecuatorial no se asoció al diámetro ecuatorial en el cultivar Cantaloupe (Figura 3.14 (b)). También se encontraron relaciones significativas, positivas y débilmente lineales (R^2 bajo) entre la longitud de la cavidad central ecuatorial (Figura 3.15 (a)) y polar (Figura 3.15 (b)) con el peso promedio de los frutos en el cultivar Honey Dew. Por el contrario en el cultivar Cantaloupe no se encontraron relaciones entre el diámetro ecuatorial y polar con el peso promedio.

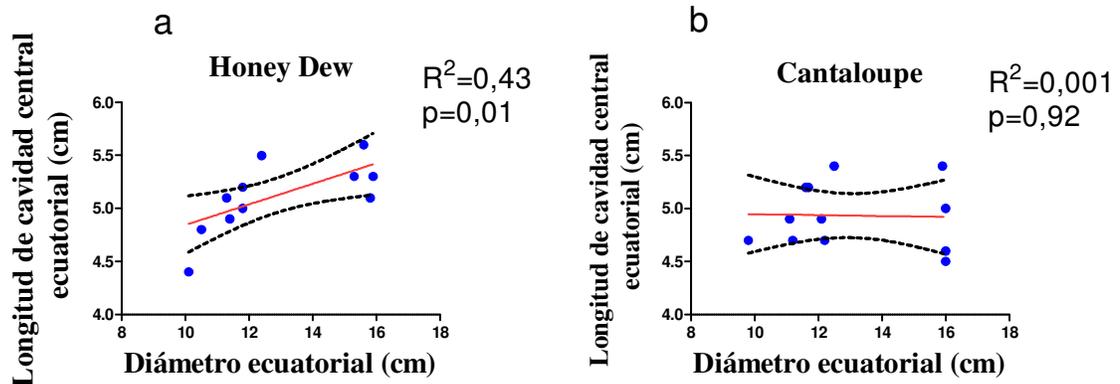


Figura 3.13. Relación entre longitud de la cavidad central ecuatorial y diámetro ecuatorial para el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

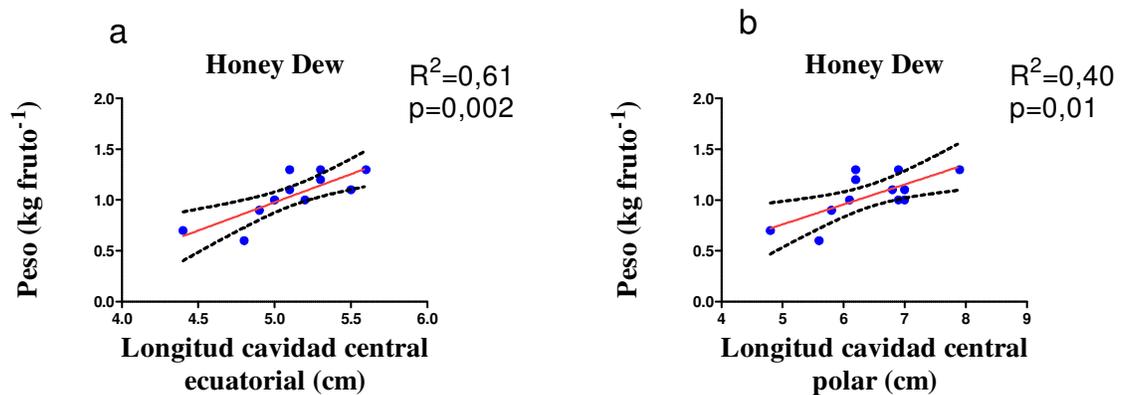


Figura 3.14. Relación entre peso por fruto y longitud cavidad central ecuatorial (a) y polar (b) para el cultivar Honey Dew. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

3.3.5. Grosor de la pulpa ecuatorial y polar

No se evidenció interacción entre los factores cultivares y fertilizaciones en el grosor de la pulpa ecuatorial ($p=0,42$) o en el grosor de la pulpa polar ($p=0,55$). No se detectaron efectos de los cultivares en el grosor de la pulpa ecuatorial ($p=0,71$, Figura 3.16 (a)) o el grosor de la pulpa polar ($p=0,52$, Figura 3.16 (b)).

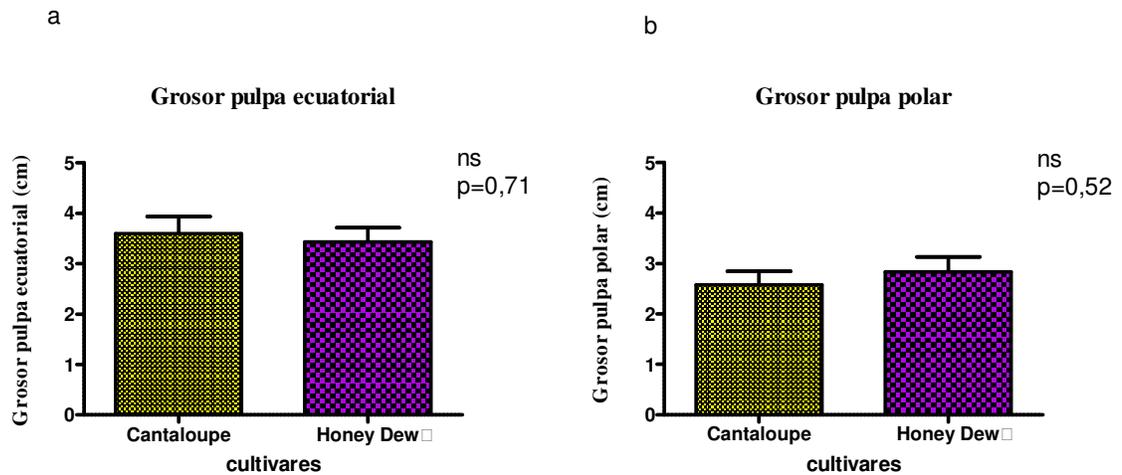


Figura 3.15. Grosor de la pulpa ecuatorial (a) y polar (b) para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

En el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el grosor de la pulpa ecuatorial y polar entre los tratamientos de fertilización ($p < 0,0001$, Figura 3.17 (a) y $p < 0,0001$, Figura 3.17 (b), respectivamente) en el cultivar Honey Dew, también se encontraron diferencias significativas entre estos tratamientos en el cultivar Cantaloupe tanto en el grosor de la pulpa ecuatorial como en el grosor de la pulpa polar ($p = 0,0001$, Figura 3.18 (a) y $p < 0,0001$, Figura 3.18 (b), respectivamente). Se evidencia que el tratamiento T2 fue el que presentó mayores grosores de pulpa en ambos cultivares, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio, los tratamientos T1 y T3 presentaron valores bajos y similares entre sí.

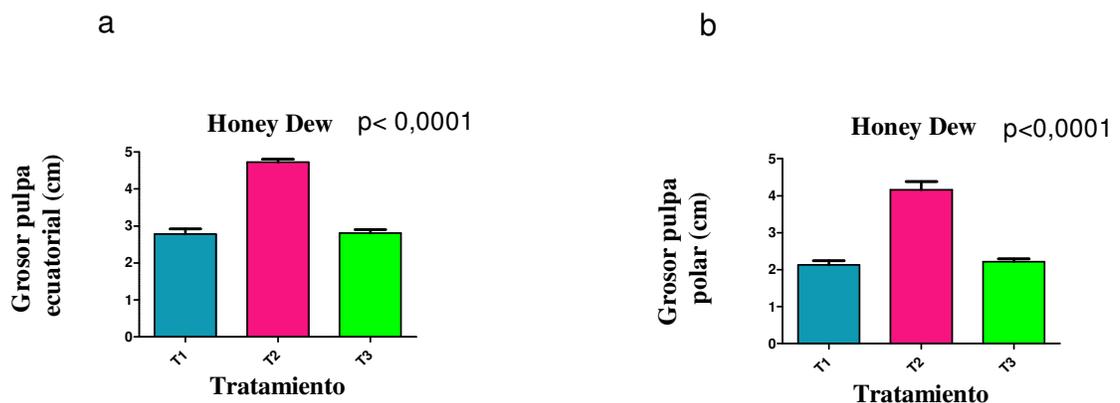


Figura 3.16. Grosor de la pulpa ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización para el cultivar Honey Dew. El promedio de las 4 repeticiones y las barras

chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

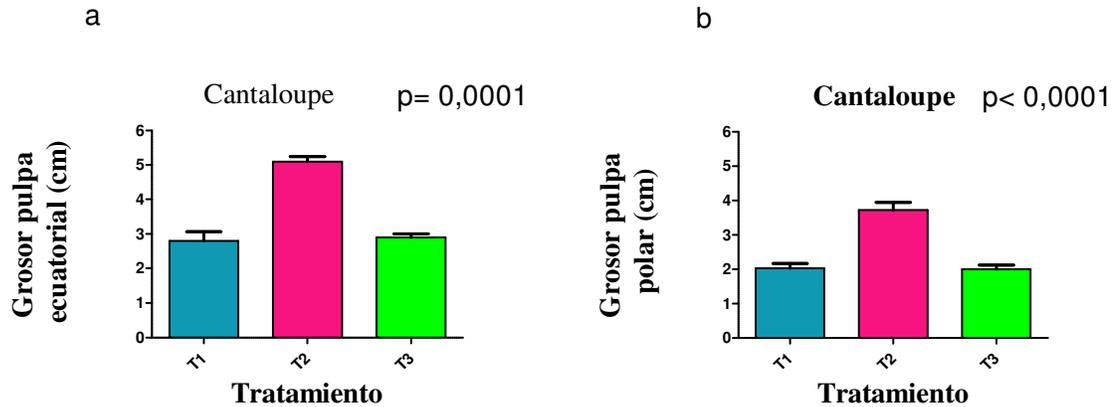


Figura 3.17. Grosor de la pulpa ecuatorial (a) y polar (b) para los tratamientos de fertilización cultivar Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Se ha encontrado relaciones significativas, positivas y lineales entre el peso promedio del fruto y el grosor de la pulpa ecuatorial y polar ($R^2 = 0,69$ y $p = 0,0008$, Figura 3.19 (a), $R^2 = 0,58$ y $p = 0,003$, Figura 3.19 (b), respectivamente) para el cultivar Honey Dew, y también para el cultivar Cantaloupe ($R^2 = 0,56$ y $p = 0,005$, Figura 3.20 (a), $R^2 = 0,41$ y $p = 0,01$, Figura 3.20 (b), respectivamente) aunque este último fue débilmente lineal debido al bajo R^2 . También se encontró una relación significativa, positiva y débilmente lineal (bajo R^2) entre la longitud de la cavidad central ecuatorial y el grosor de la pulpa ecuatorial en el cultivar Honey Dew ($R^2 = 0,32$ y $p = 0,05$, Figura 3.21 (a)) por el contrario no se encontró relación entre la longitud de la cavidad central ecuatorial y el grosor de la pulpa ecuatorial en el cultivar Cantaloupe (Figura 3.21 (b)).

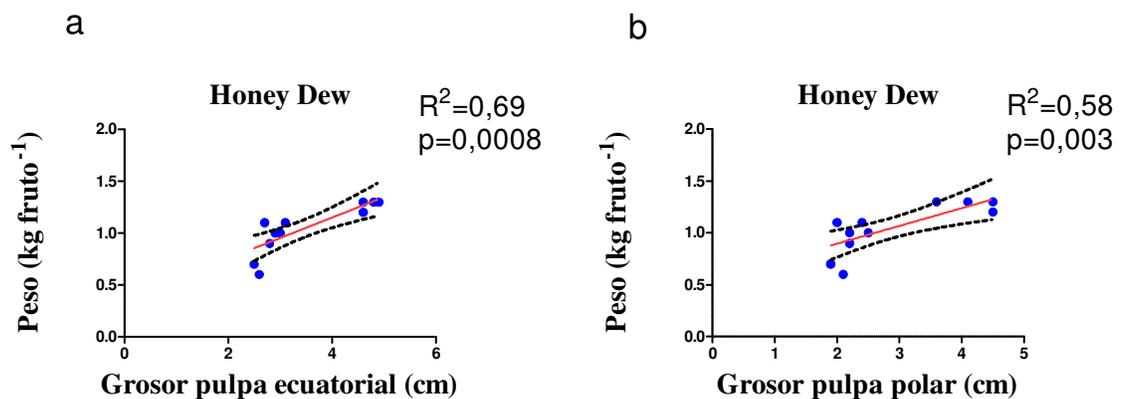


Figura 3.18. Relación entre peso por fruto y grosor de la pulpa ecuatorial y polar para el cultivar Honey Dew. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %.

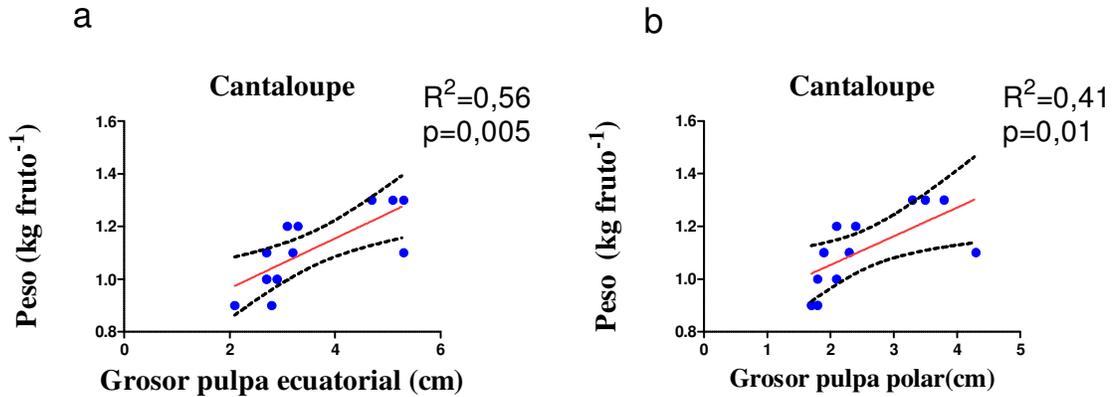


Figura 3.19. Relación entre peso por fruto y grosor de la pulpa ecuatorial (a) y polar (b) para el cultivar Cantaloupe. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %.

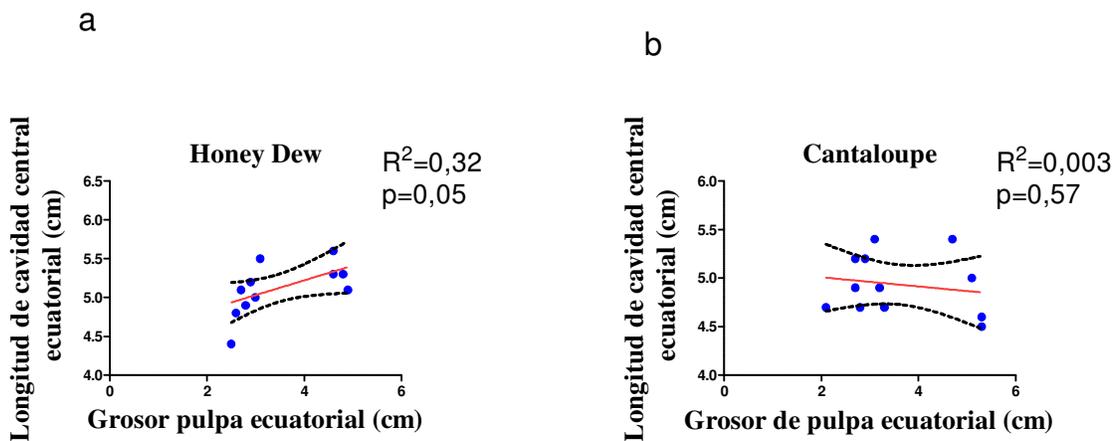


Figura 3.20. Relación entre longitud de la cavidad central ecuatorial y grosor de pulpa ecuatorial para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %.

3.3.6. Resistencia a la presión

No se encontraron interacción ($p=0,60$) entre los factores cultivares y fertilizaciones. Se detectó efecto de los cultivares en la resistencia a la presión ($p<0,0001$, Figura 3.22) en donde el cultivar Honey Dew presentó mayor valor de resistencia a la presión.

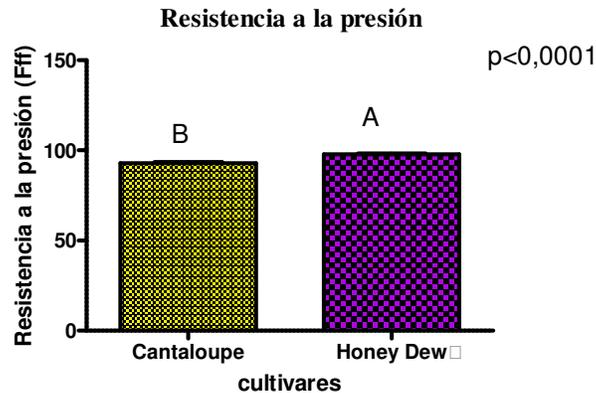


Figura 3.21. Resistencia a la presión para los cultivares Honey Dew y Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

En el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la presión tanto para el cultivar Honey Dew ($p = 0,99$, Figura 3.23 (a)) como para el cultivar Cantaloupe ($p = 0,99$, Figura 3.23 (b)).

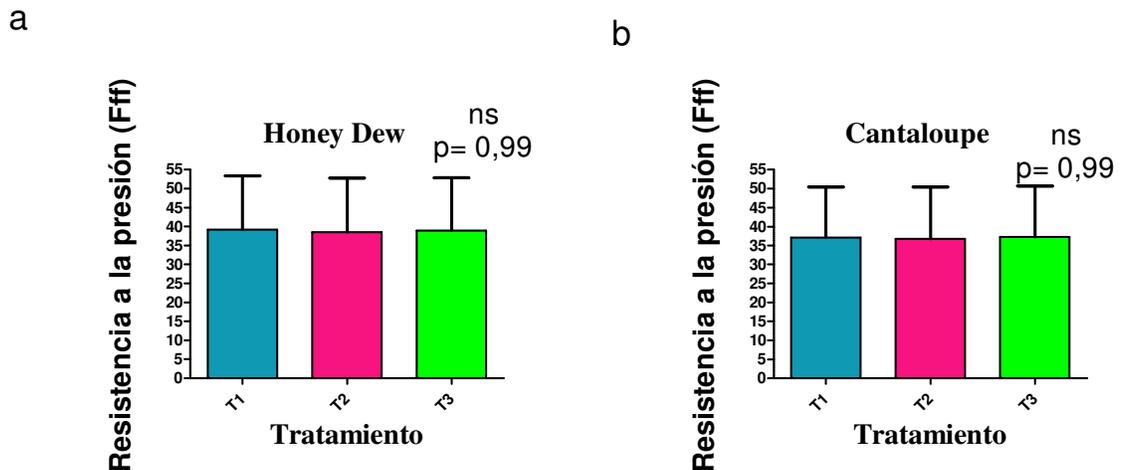


Figura 3.22. Resistencia a la presión para los tratamientos de fertilización en melones cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

3.3.7. Contenido de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix)

No se encontró interacción ($p = 0,54$) entre los factores cultivares y fertilizaciones. Se detectó efecto de los cultivares en los sólidos solubles totales ($p < 0,0001$, Figura 3.24) en donde el cultivar Honey Dew presentó mayor valor.

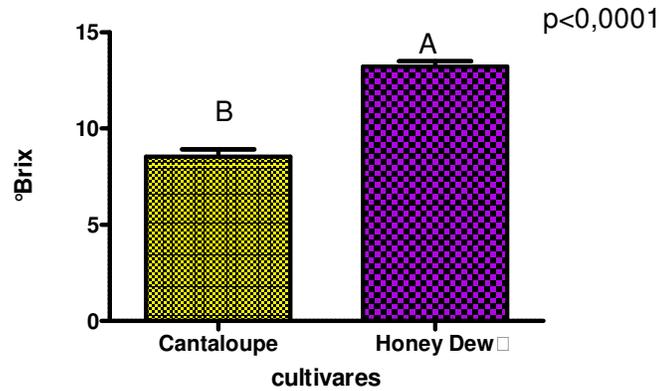


Figura 3.23. Sólidos solubles totales vs cultivares Cantaloupe y Honey Dew . Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

En el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de sólidos solubles tanto en el cultivar Honey Dew ($p = < 0,0001$, Figura 3.25 (a)) como para Cantaloupe ($p = 0,003$, Figura 3.25 (b)), en ambos cultivares el tratamiento T2 fue el que presentó mayor valor de sólidos solubles, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio.

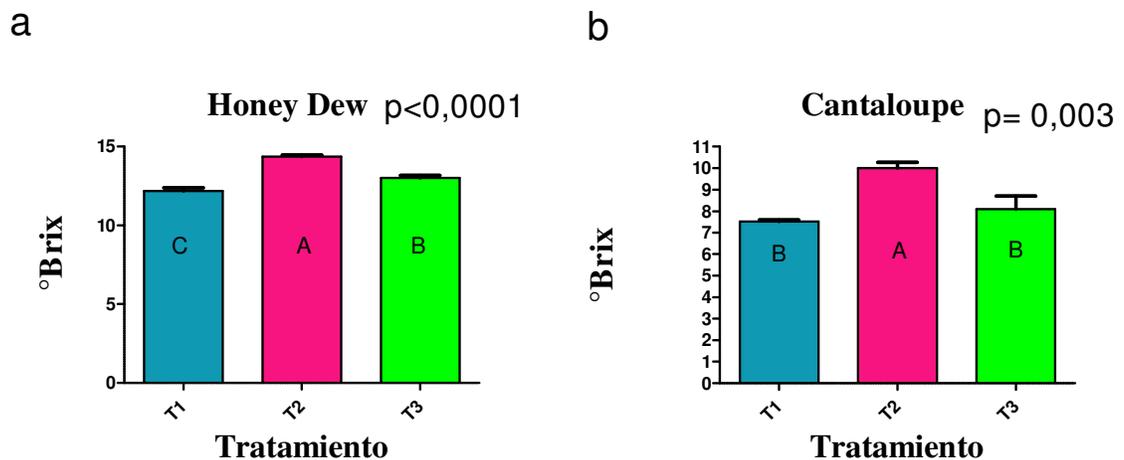


Figura 3.24. Contenido de sólidos solubles totales (°Brix) para los tratamientos de fertilización en melones cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

3.3.8. Parámetros de color de la pulpa y la cáscara.

No se encontró interacción de los factores cultivares y fertilizaciones. Se encontró efectos de los cultivares en algunos de los parámetros de color.

Se encontró efectos de las cultivares en los parámetros de color de la pulpa luminancia “L” ($p=0,0002$, Figura 3.26), en el parámetro “c” Croma ($p<0,0001$, Figura 3.27) y en el parámetro “h” hue ($p<0,0001$, Figura 3.28).

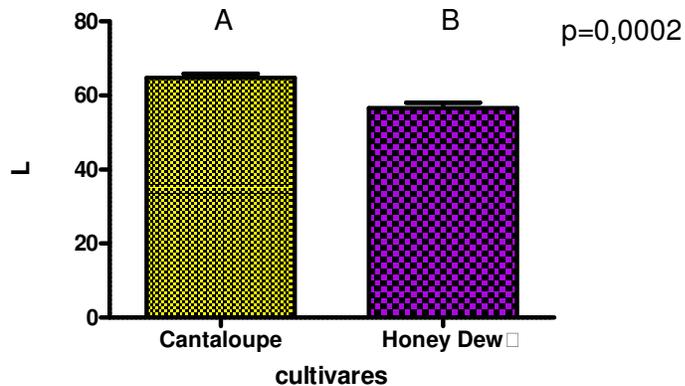


Figura 3.25. Color de la pulpa “L” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre tratamientos.

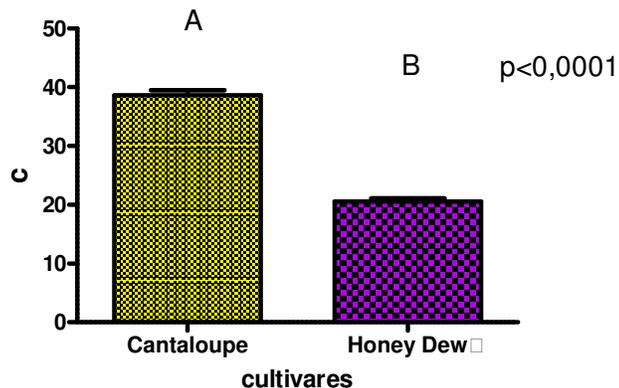


Figura 3.26. Color de la pulpa “c” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre tratamientos.

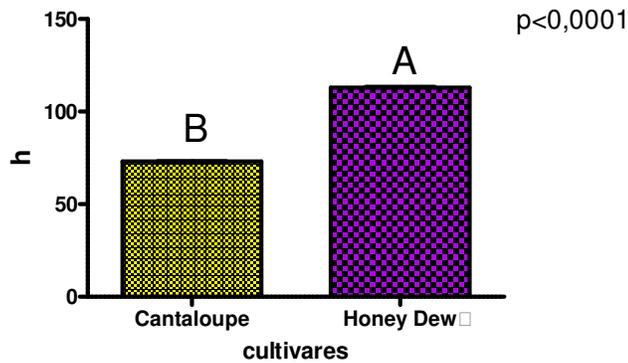


Figura 3.27. Color de la pulpa “h” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Se encontró efectos de las cultivares en los parámetros de color de la cáscara, luminancia “L” ($p < 0,0001$, Figura 3.29) y en el parámetro “h” hue ($p < 0,0001$, Figura 3.31). Por el contrario el parámetro “c” croma no mostró diferencias estadísticamente significativas entre cultivares con respecto al grosor de la cáscara ($p = 0,17$, Figura 3.30)

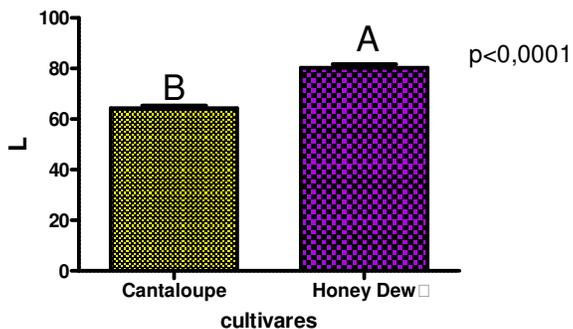


Figura 3.28. Color de la cáscara “L” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

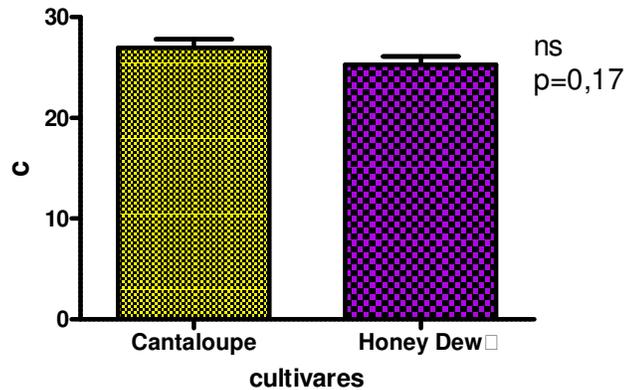


Figura 3.29. Color de la cáscara “C” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencia significativa entre tratamientos.

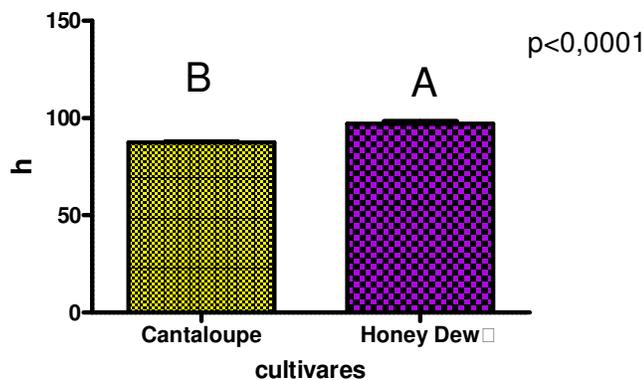


Figura 3.30. Color de la cáscara “h” en cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Con respecto al análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticamente significativas de ningún parámetro de color de la pulpa entre los tratamientos de fertilización en Honey Dew: “L” ($p=0,47$), “c” ($p=0,80$) y “h” ($p=0,34$), tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de color entre los tratamientos de fertilización en el cultivar Cantaloupe: “L” ($p=0,99$) “c” ($p=0,95$) y “h” ($p=0,64$).

Respecto al color de la cáscara el cultivar Honey Dew no presentó diferencias significativas en los parámetros de color entre los tratamientos de fertilización: “L” ($p=0,55$), “c” ($p=0,79$) y “h” ($p=0,42$). Tampoco en el cultivar Cantaloupe se encontraron diferencias significativas en los parámetros de color entre los tratamientos de fertilización: “L” ($p=0,99$), “c” ($p=0,64$) y “h” ($p=0,58$).

3.3.9. pH en frutos

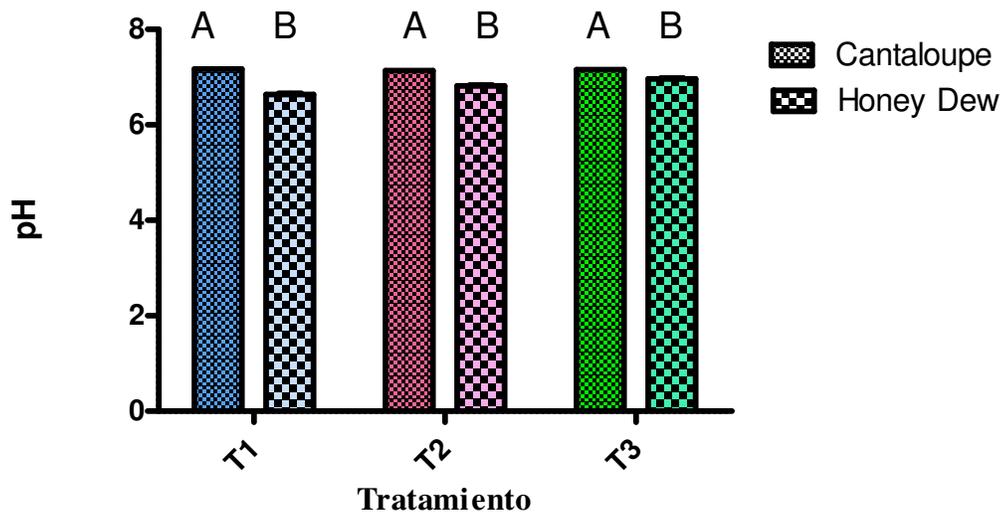


Figura 3.31. pH en frutos para los tratamientos de fertilización para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares.

Se encontró interacción ($p < 0,0001$, Figura 3.32) entre los factores cultivares de melón y fertilizaciones. Las cultivares mostraron distintos valores de pH, presentando el cultivar Cantaloupe el mayor valor de pH en todos los tratamientos de fertilización, T1 ($p < 0,0001$), T2 ($p = 0,0001$) y T3 ($p = 0,001$).

En el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticamente significativas tanto en el cultivar Honey Dew ($p = 0,0006$, Figura 3.33 (a)) como en Cantaloupe ($p = 0,004$, Figura 3.33 (b)), en el cultivar Honey Dew el tratamiento T1 fue el que presentó mayor valor, siendo este tratamiento el de menor contenido de potasio por el contrario en el cultivar Cantaloupe el tratamiento T1 fue el más elevado, siendo este tratamiento el estándar.

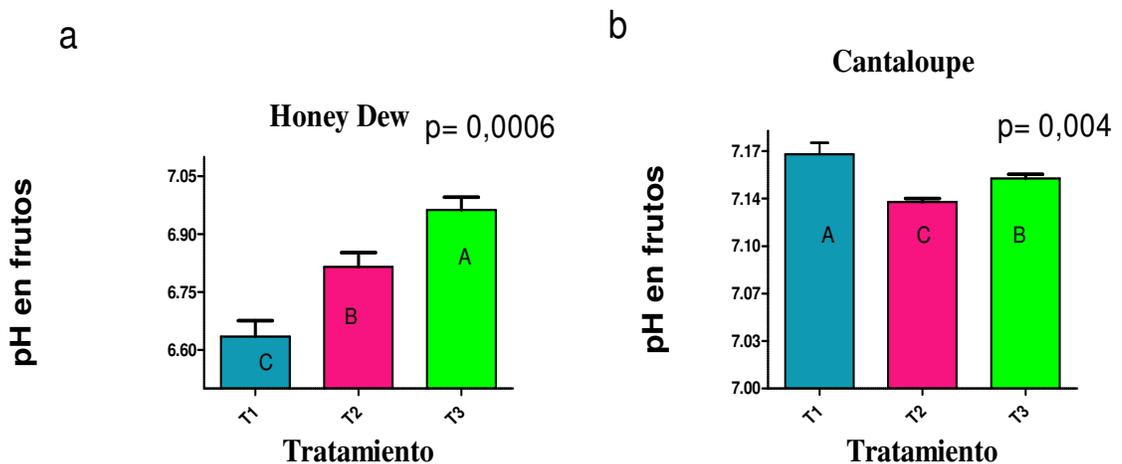


Figura 3.32. pH en frutos cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares.

3.3.10. Nitratos en frutos

No se evidenció interacción ($p = 0,50$) entre los factores cultivares y fertilizaciones. No se detectó efecto del cultivar ($p = 0,15$, Figura 3.34) en la concentración de nitratos del fruto.

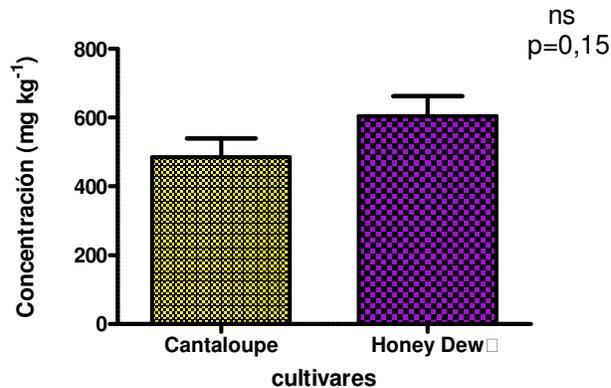


Figura 3.33. Concentración de nitratos en los frutos de los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns indica la ausencia de diferencias estadísticamente significativa $p < 0,05$.

En el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de nitratos tanto en el cultivar Honey Dew ($p = 0,37$, Figura 3.35 (a)) como en Cantaloupe ($p = 0,43$, Figura 3.35 (b)), presentando el cultivar Honey Dew el tratamiento T2 ligeramente superior a los demás, el cual es el tratamiento de mayor contenido de potasio, y en el cultivar Cantaloupe el tratamiento T1, fue ligeramente superior siendo el tratamiento estándar, pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

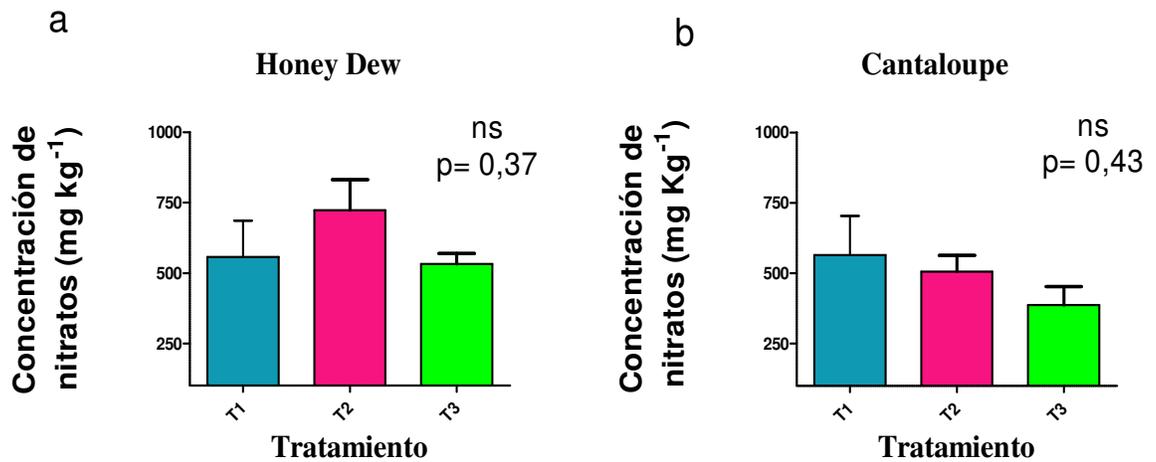


Figura 3.34. Concentración de nitratos en frutos cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

3.3.11. Azúcares totales, reductores y no reductores

Se encontró interacción ($p < 0,0001$, Figura 3.36) entre los factores cultivares y fertilización. Las cultivares mostraron diferentes concentraciones de azúcares totales, presentando mayor concentración de azúcares totales el cultivar Honey Dew en todos los tratamientos de fertilización ($p < 0,0001$).

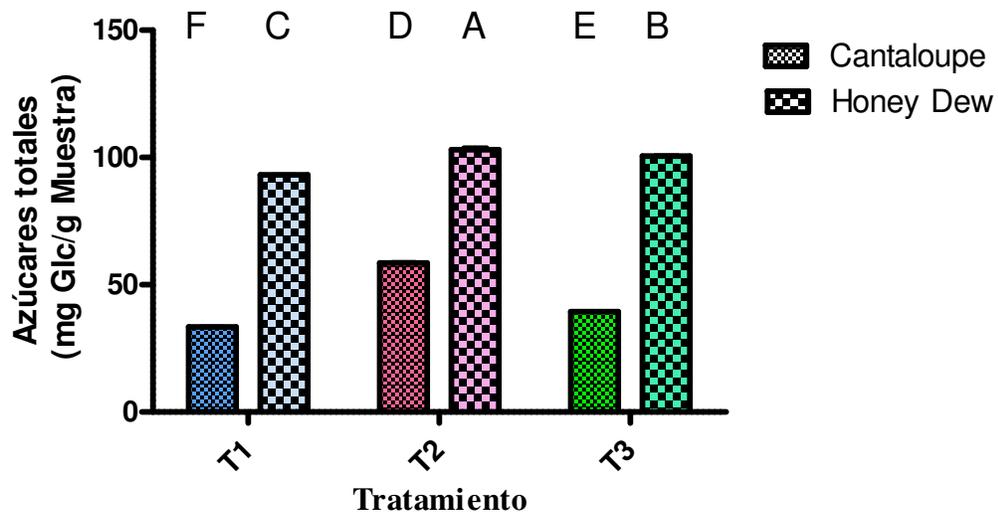


Figura 3.35. Concentración de azúcares totales en melón en cultivares Honey Dew y Cantaloupe para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el

promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares.

En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas en la concentración de azúcares totales entre los tratamientos de fertilización tanto en el cultivar Honey Dew ($p = 0,0004$, Figura 3.37 (a)) como para el cultivar Cantaloupe ($p < 0,0001$, Figura 3.37 (b)), en ambas cultivares el tratamiento T2 fue el que presentó mayor valor de azúcares totales, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio.

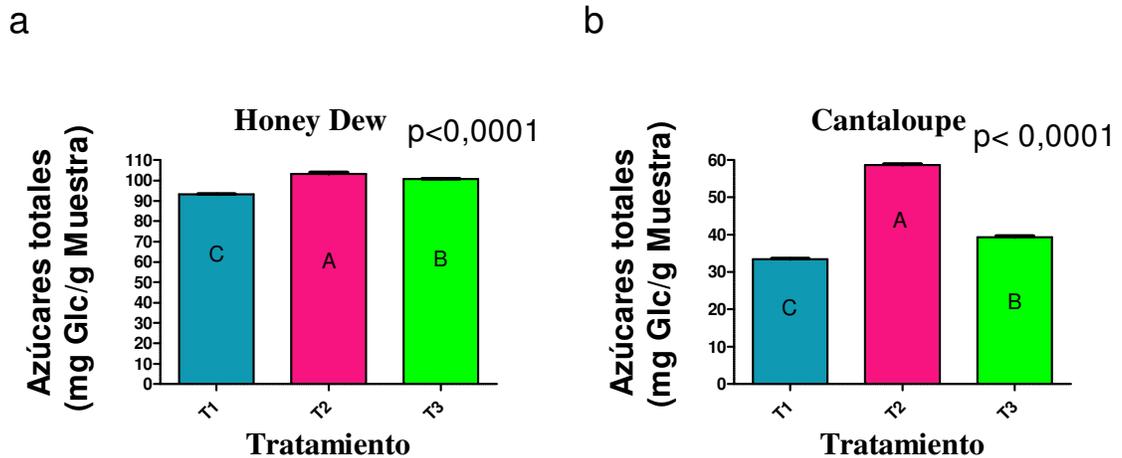


Figura 3.36. Concentración de azúcares totales en melón cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Se encontró interacción ($p = 0,0017$, Figura 3.38) entre los factores cultivares y fertilización. Las cultivares presentaron diferentes concentraciones de azúcares reductores, el cultivar Honey Dew presentó mayor cantidad de azúcares reductores (Figura 3.38) en todos los tratamientos de fertilización ($p < 0,0001$).

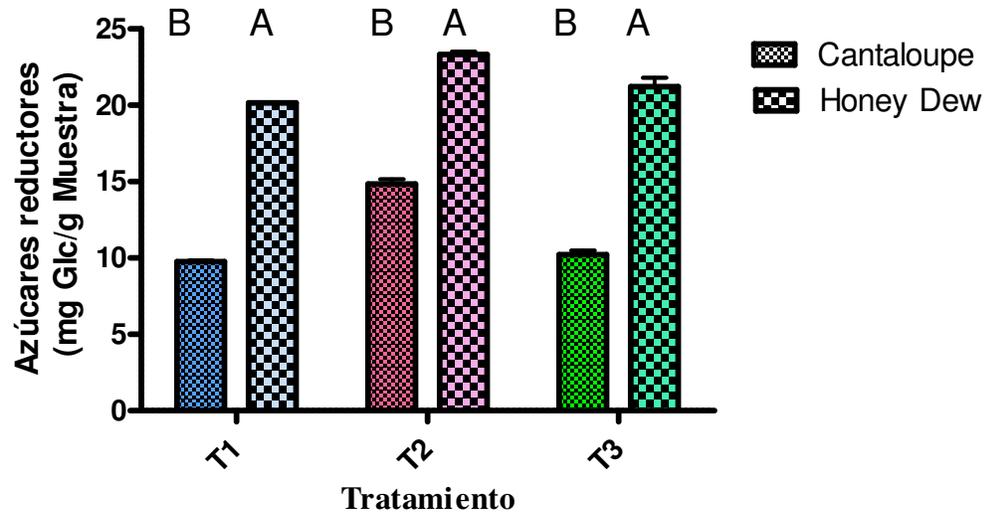


Figura 3.37. Concentración de azúcares reductores en melón en cultivares Cantaloupe y Honey Dew para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares.

En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas en la concentración de azúcares reductores tanto en el cultivar Honey Dew ($p < 0,0001$, Figura 3.39 (a)) como en el cultivar Cantaloupe ($p < 0,0001$, Figura 3.39 (b)), en ambos cultivares el tratamiento T2 resultó ser el de mayor valor de azúcares reductores, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio.

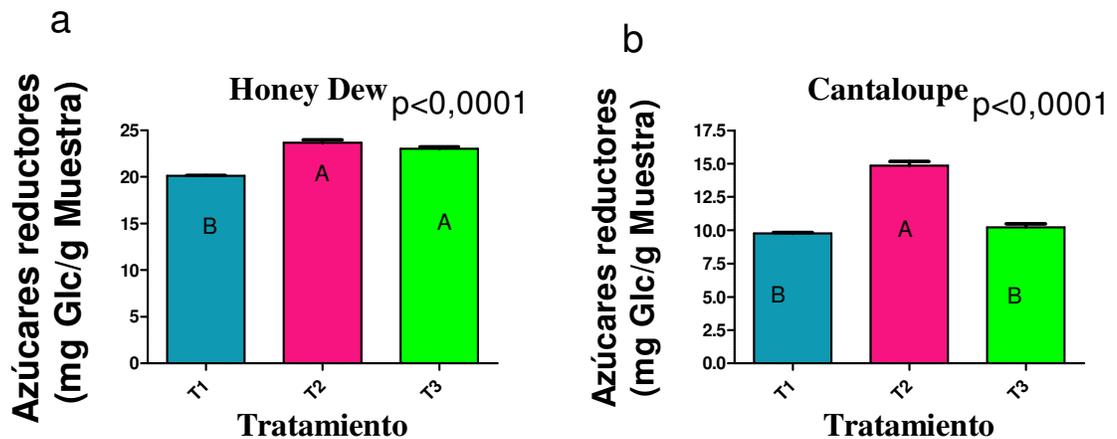


Figura 3.38. Concentración de azúcares reductores en melón cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Se encontraron interacción ($p < 0,0001$, Figura 3.40) entre los factores cultivares y fertilización al considerarse las concentraciones de azúcares no reductores, siendo el cultivar Honey Dew el que presentó mayores valores en todos los tratamientos de fertilización ($p < 0,0001$).

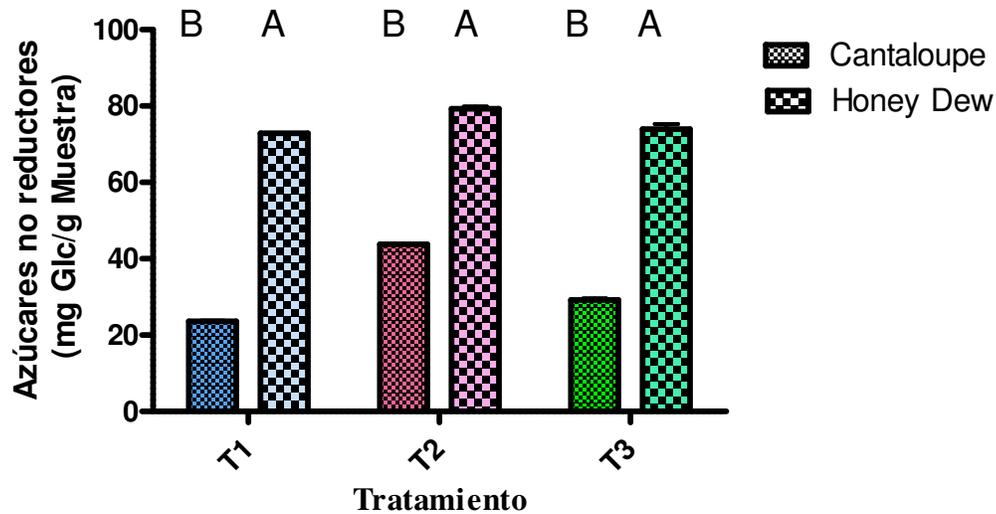


Figura 3.39. Concentración de azúcares no reductores en melón en cultivares Cantaloupe y Honey Dew, para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares.

En el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de azúcares no reductores entre tratamientos de fertilización, tanto en el cultivar Honey Dew ($p = 0,0008$, Figura 3.41 (a)) como en el cultivar Cantaloupe ($p < 0,0001$, Figura 3.41 (b)), en ambos cultivares el tratamiento T2 presentó el mayor valor de azúcares no reductores, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio.

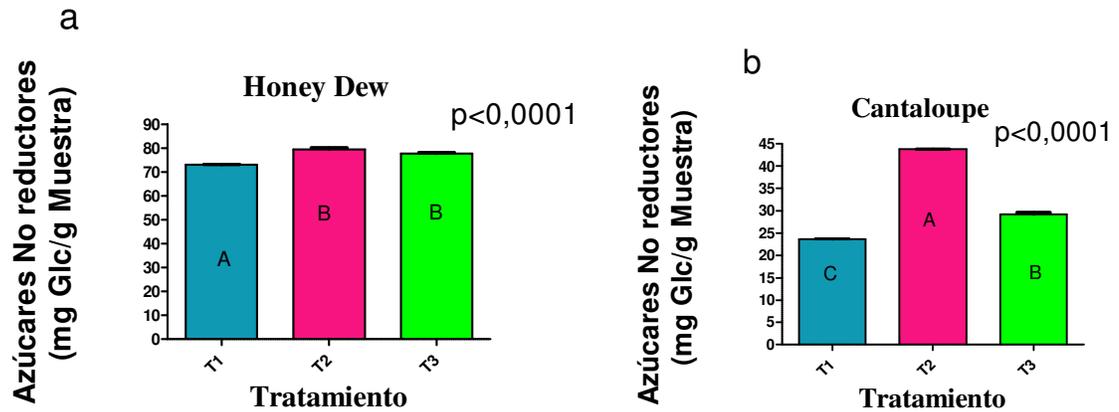


Figura 3.40. Concentración de azúcares no reductores en melón cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Se hallaron relaciones, significativas, positivas y débilmente lineales (bajos R^2) para el cultivar Honey Dew, entre el peso por fruto y el contenido de azúcares totales ($R^2=0,44$, $p=0,01$, Figura 3.42 (a)), azúcares reductores ($R^2=0,34$, $p=0,04$, Figura 3.43 (a)) y azúcares no reductores ($R^2=0,47$, $p=0,01$, Figura 3.44 (a)). Así como también el cultivar Cantaloupe relacionó débilmente el peso por fruto y el contenido de azúcares totales ($R^2=0,34$, $p=0,04$, Figura 3.42 (b)) y azúcares reductores ($R^2=0,47$, $p=0,04$, Figura 3.43 (b)). Por el contrario los azúcares no reductores del cultivar Cantaloupe no se relacionaron con el peso por fruto ($R^2=0,30$ y $p=0,06$, Figura 3.44 (b)).

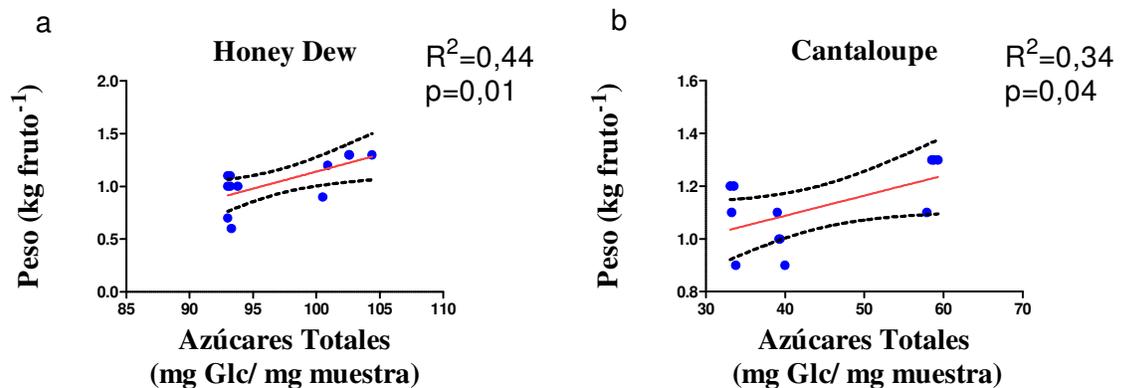


Figura 3.41. Relación entre peso por fruto y azúcares totales para el cultivar Honey Dew (a) y para Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95% de confianza.

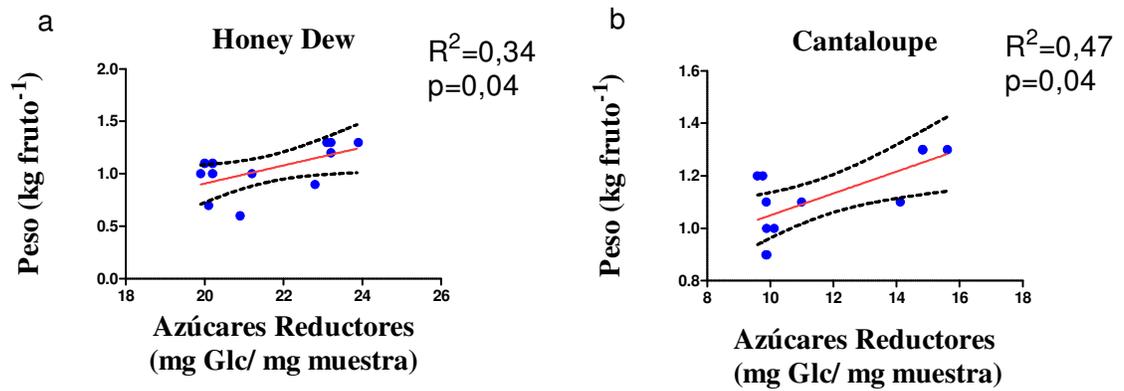


Figura 3.42. Relación entre peso por fruto y azúcares reductores para el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95% de confianza.

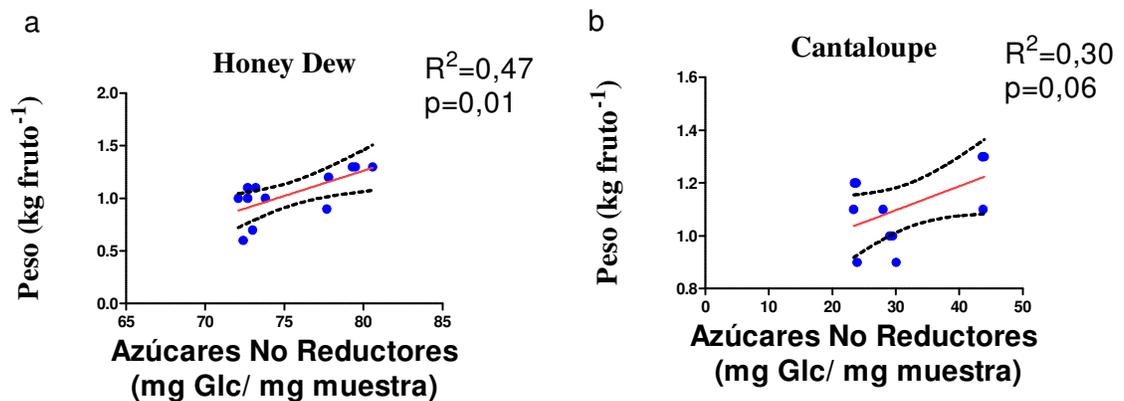


Figura 3.43. Relación entre peso por fruto y azúcares no reductores para el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95% de confianza.

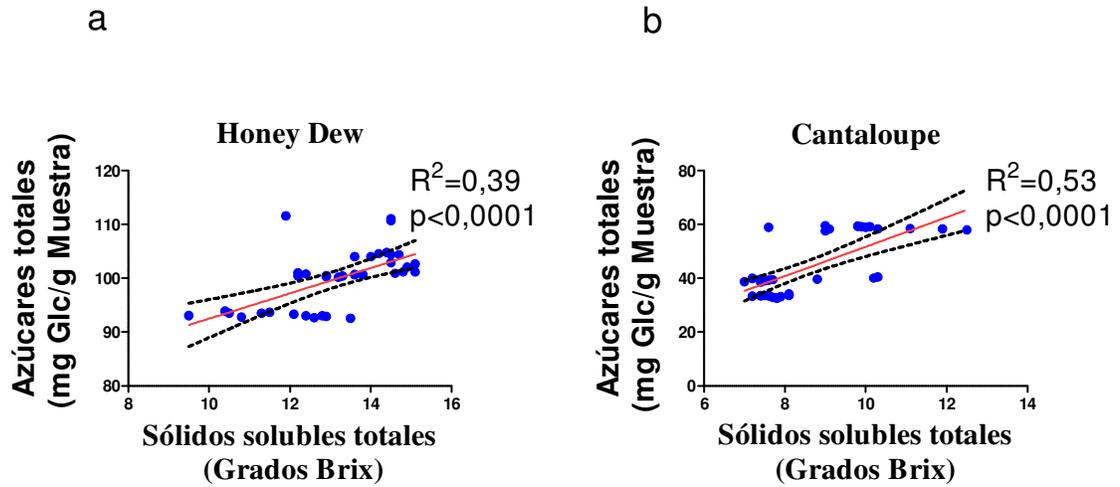


Figura 3.44. Relación entre azúcares totales y sólidos solubles totales para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

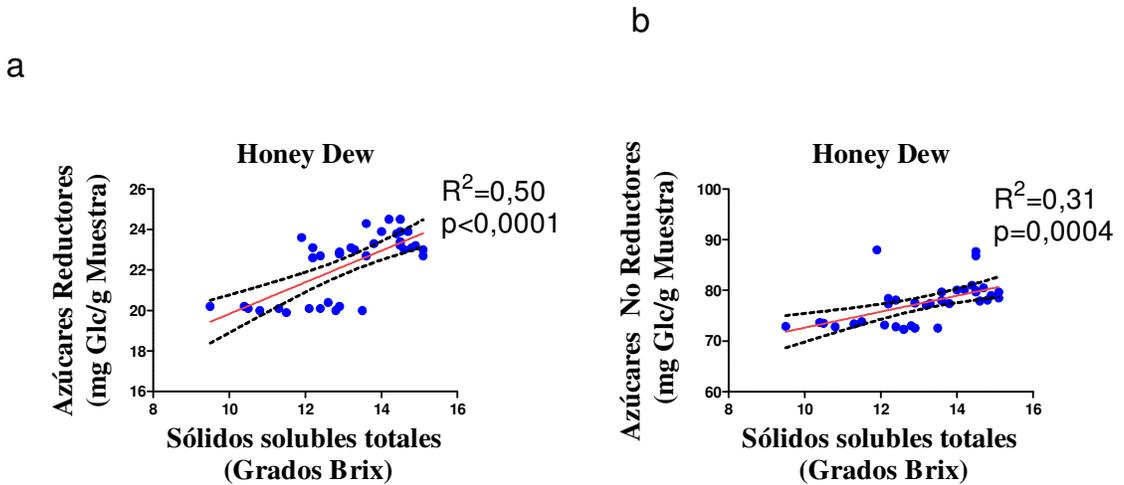


Figura 3.45. Relación entre azúcares reductores (a) y no reductores (b) y °Brix para el cultivar Honey Dew. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %.

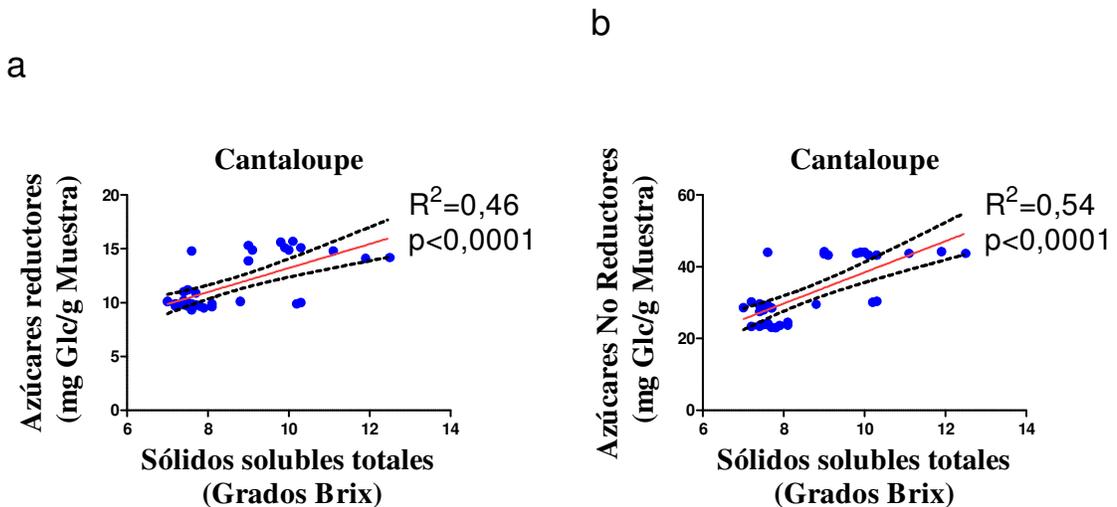


Figura 3.46. Relación entre azúcares reductores (a) y no reductores (b) y °Brix para el cultivar Cantaloupe. La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 95 %.

Se encontró relación débil (R^2 bajo) entre el azúcar total y los sólidos solubles totales en ambos cultivares de melón ($R^2=0,39$ y $p<0,0001$ Figura 3.45 (a), $R^2=0,53$ y $p<0,0001$, Figura 3.45 (b)). También se encontró relación débil entre el azúcar reductor y no reductor y el contenido de sólidos solubles totales tanto en el cultivar Honey Dew ($R^2=0,50$ y $p<0,0001$, Figura 3.46 (a), $R^2=0,31$ y $p=0,0004$, Figura 3.46 (b), respectivamente), como en el cultivar Cantaloupe ($R^2=0,46$ y $p<0,0001$, Figura 3.47 (a), $R^2=0,54$ y $p<0,0001$, Figura 3.47 (b), respectivamente). Como antes se mencionó las relaciones halladas son medianamente débiles, esto podría ser debido a que los sólidos solubles totales medidos por los °Brix tienen además de azúcares otros sólidos como el potasio.

3.4. Discusión

3.4.1. Rendimiento

Al analizar el comportamiento del rendimiento se encontró que el tratamiento T2, fue el que presentó mayor valor en ambos cultivares de melón, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio. Jifon y Lester (2009) también encontraron un aumento en el rendimiento en frutos de melón aplicando fertilización foliar de potasio en forma de sulfato de potasio, cuando se encontraban bajo condiciones de crecimiento desfavorables en suelos con baja capacidad de suministro de potasio; por el contrario en suelos con alto contenido de potasio no se registran respuestas a la fertilización en frutos de melón (Ribas et al., 2003). Estos resultados demuestran la respuesta a la aplicación de un elemento relacionado con la calidad como lo es el potasio también sobre cuestiones de cantidad de fruto producido.

El rendimiento de los cultivares evaluados fue similar cuando las cantidades de potasio aplicadas fueron medias a bajas; por el contrario cuando el agregado de potasio se hizo a la dosis mayor, el rendimiento del cultivar Honey Dew pareció responder con mayor intensidad que el cultivar Cantaloupe.

Con respecto a las regresiones se mostraron que existió una relación significativa, positiva y lineal entre el peso promedio y las siguientes propiedades físicas químicas para ambos cultivares de melón: el diámetro medio de los frutos y el grosor de la pulpa ecuatorial y polar en Honey Dew y grosor de pulpa ecuatorial en Cantaloupe de los frutos. Céspedes (2001) también encontró una relación lineal entre los tamaños medios y el peso en otros cultivares de melón, aunque está autora también halló una relación entre el peso y la longitud de la cavidad central, en cambio la relación hallada en esta tesis de estas últimas variables es débil. Estas medidas de relación del diámetro y el grosor de pulpa podrían ser utilizadas para explicar el peso final del fruto, especialmente en el cultivar Honey Dew, cuyas correlaciones fueron más ajustados que en el cultivar Cantaloupe.

3.4.2. Diámetro ecuatorial y polar

Se encontró que el tratamiento T2 fue el que presentó mayor valor tanto en el diámetro ecuatorial como el polar en ambos cultivares de melón, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio. Obreza (2003) también encontró un aumento en el tamaño de los frutos de naranja aplicando una fertilización potásica. Estos resultados demuestran la influencia del potasio sobre estas variables, el tratamiento de mayor contenido de potasio produce frutos más grandes. Por su parte Román Moreno y Gutiérrez Coronado (1998) no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro ecuatorial y polar de frutos de melón con aplicaciones de fertilizantes no potásicos, por lo que no puede generalizarse sobre el efecto de los nutrientes sobre el crecimiento en diámetro del fruto de melón.

3.4.3. Grosor de cáscara ecuatorial y polar

Al analizar los grosores de la cáscara se observaron que estos se comportaron de manera similar para los tres tratamientos de fertilización. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Días et al., (2005) los cuales no encontraron diferencias en frutos de melón sometidos a distintos tratamientos de fertilización compleja a base de nitrógeno, potasio, fósforo, azufre y calcio. Por el contrario esto no parece general para todos los frutos, ya que Obreza (2003) con una fertilización potásica encontró un aumento del grosor de la cáscara con el aumento de la dosis de potasio en naranja, e igualmente Opazo y Razeto (2001) encontraron que el grosor de la cáscara aumentó con niveles crecientes de potasio también en frutos de naranjos.

El grosor de la cáscara fue mayor en el cultivar Cantaloupe que en Honey Dew, por lo que esta propiedad parece tener controles más genéticos que ambientales. Dado que el cultivar Cantaloupe tiene mayor grosor de cáscara podría inferirse que este cultivar tiene un mejor comportamiento sanitario y por lo tanto una mayor calidad comercial; sin embargo en esta tesis se encontró lo contrario, que será discutido en el capítulo relacionado a la sanidad del fruto.

3.4.4. Longitud de la cavidad central ecuatorial y polar

La longitud de la cavidad central ecuatorial y polar se comportó de manera similar en ambos cultivares de melón, sin diferencias entre tratamientos de fertilización con potasio. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Flores (2010) quien no encontró diferencias en la cavidad interna de tres genotipos de melón aplicando una fertilización a base de nitrógeno, fósforo y potasio. Este resultado puede deberse a que el comportamiento de esta variable puede no relacionarse a la aplicación de nutrientes que actúan principalmente sobre la calidad del fruto, como lo es el potasio. Algunas experiencias revelan que otras variables como la densidad de planta por unidad de área es un factor muy importante que afecta variables relacionadas a la calidad en melón entre ellas la longitud media de la cavidad (Nerson, 2002), también podría influir en esta variable el genotipo elegido (Botella y Nuez, 1993).

3.4.5. Grosor de la pulpa ecuatorial y polar

Al analizar los grosores de la pulpa se observaron que en ambos cultivares el tratamiento 2 dio mayores valores de grosor de la pulpa, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio. Tapia et al. (1998) también observaron un aumento creciente en el grosor de la pulpa de frutos de melón pero fertilizando con fósforo y nitrógeno. Por el contrario Faria et. al., (2004) no encontraron diferencias en frutos de melón aplicando fertilización con calcio.

De los resultados previamente obtenidos se desprenden que al aplicar mayor dosis de potasio el fruto posee un peso más elevado, y esto es debido a que en ambas cultivares se obtienen frutos con un mayor grosor de pulpa en ambos cultivares, proveniente por un mejor crecimiento vegetal; esto está confirmado por las relaciones significativas y positivas entre el peso del fruto y el grosor de la pulpa de los frutos. El crecimiento del fruto parece ser más armónico en el cultivar Honey Dew ya que en esta se registró una relación significativa entre la longitud de la cavidad interna y el grosor de la pulpa, mientras que en Cantaloupe no se detectó una relación similar.

3.4.6. Resistencia a la presión

La resistencia a la presión se comportó de manera similar en los diferentes tratamientos de fertilización. Amma et al. (2009) tampoco encontraron diferencias en la resistencia a la presión de frutos de tomate aplicando una fertilización potásica. Por el contrario Jifon y Lester (2009) hallaron un aumento de la firmeza con aplicaciones foliares de potasio en frutos de melón; esta diferencia encontrada entre los resultados de Jifon y Lester y esta tesis puede haber sido porque al ser suplementos foliares de potasio podrían tener más efecto sobre el fruto que aplicaciones al suelo como las ensayadas en este trabajo. Se ha propuesto la aplicación complementaria de potasio como suplemento foliar (Lester et. al, 2005), debido a que la provisión por el suelo no sería suficiente para satisfacer la intensa demanda de potasio por el melón durante el período de llenado de fruto al final del ciclo del cultivo. Es por ello que podría ganar importancia el lugar y momento de la aplicación del potasio sobre variables de calidad que se definen tardíamente en el ciclo del cultivo de melón.

La resistencia a la presión fue mayor en el cultivar Honey Dew que en Cantaloupe, por lo que esta propiedad también parece tener un fuerte control genético. El hecho de que

el cultivar Honey Dew tenga mayor resistencia a la presión podría llevar a pensar que esta cultivar tiene un mejor comportamiento sanitario y por lo tanto una mayor calidad comercial; en el capítulo relacionado a la sanidad del fruto se confirma esta idea.

3.4.7. Contenido de sólidos solubles totales (°Brix)

Al analizar el contenido de sólidos solubles totales, se encontró que el tratamiento de fertilización T2 presentó los mayores valores de esta variable íntimamente ligada a la calidad comercial, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio. Lester et al (2005) también encontraron un mayor contenido de sólidos solubles con la aplicación foliar de potasio. Se considera al potasio como un elemento esencial en el contenido de sólidos solubles en los frutos (Molina, 2006) debido a que el potasio en el floema interviene en el transporte de sacarosa a los frutos.

3.4.8. Parámetros de color de la cáscara y la pulpa del fruto

La medición de los parámetros de color de la pulpa y cáscara de los frutos “L” “a” “b” “c” “h” para ambos cultivares de melón se comportaron de manera similar entre los diferentes tratamientos de fertilización. Por el contrario Lester et al (2005) evidenciaron que los frutos tratados con fertilización foliar potásica fueron los más intensamente coloreados presentando los mayores valores de “h” ángulo hue (tono) para el cultivar Cantaloupe. A partir de estos hallazgos, y de la misma manera que lo ocurrido con la resistencia a la presión, el lugar de aplicación del potasio parece ser determinante del color del fruto, por lo que la fertilización suplementaria foliar podría ser más eficiente, siempre como complementaria a la fertirrigación, optimizándose y estimulándose así la asimilación y el proceso de producción en las hojas llevado a cabo mediante la absorción y transporte de nutrientes (Rottenberg y Gallardo, 2011).

3.4.9. pH del fruto

El pH de los frutos varió según la fertilización aplicada. En el cultivar Honey Dew el tratamiento T3 que es el tratamiento con menor contenido de potasio es el que presentó mayores valores de pH, mientras que en el cultivar Cantaloupe el tratamiento control T1 es el que presenta mayor valor del pH, seguido por el tratamiento T3, Morris y Cawthon (1982) también encontraron diferencias en pH de frutos de uvas bajo fertilización potásica. Si bien parece que el agregado de potasio modifica el pH del citoplasma de los frutos, los resultados encontrados son difíciles de explicar, y se necesitarían más estudios en un rango de condiciones ambientales más amplio para poder concluir sobre el efecto del agregado de potasio sobre el pH de los frutos de melón.

3.4.10. Nitratos en frutos

El contenido de nitratos en el fruto fue similar entre los diferentes tratamientos de fertilización y entre cultivares. Aunque podría esperarse menores contenidos de nitratos en el tratamiento con mayor dosis de K, debido a una dilución en frutos más grandes, este resultado puede deberse a que la aplicación de fertilizantes nitrogenados fue a baja dosis e igual para todos los tratamientos. En cambio, con altos contenidos de nitrógeno aportados por fertilizantes, el contenido en frutos puede ser elevado por ejemplo en frutos de tomate (Ruelas et al., 2005). En frutos de melón el contenido de nitrógeno desciende durante el ciclo del cultivo como consecuencia del efecto de dilución (Rincón Sánchez et al., 1998), lo que también puede haber atenuado las diferencias entre tratamientos.

3.4.11. Azúcares totales, reductores y no reductores.

La concentración de azúcares totales, reductores y no reductores fueron mayores en el tratamiento de mayor contenido de potasio, T2, Lester et al, (2005) también obtuvieron un aumento de los azúcares totales (sacarosa, glucosa y fructosa) con aplicaciones foliares de potasio. Estos resultados indican la influencia del potasio sobre el contenido de azúcares del fruto, siendo el potasio clave en esta variable de calidad, debido al rol mencionado del potasio en el floema, interviniendo en el transporte de sacarosa a los frutos Lester et al, (2005). El potasio fomenta la fotosíntesis activando enzimas que promueven la transferencia de energía, la generación de ATP, compuesto que almacena energía requerida para la asimilación de dióxido de carbono y estimula la síntesis de los azúcares, almidón y proteínas y otros compuestos orgánicos. Al existir una elevada asimilación de dióxido de carbono se necesita que los asimilados en las hojas sean evacuados hacia las raíces, frutos y semillas (Molina, 2006).

Se encontraron relaciones entre la concentración de azúcar totales, reductores y no reductores con el contenido de sólidos solubles totales (°Brix), quedando de esta manera demostrado que la medición de los °Brix es una buena medida del contenido de azúcar del fruto, de este modo el uso del refractómetro resulta un método más sencillo, económico y rápido que el uso de la espectrofotometría.

3.5. Conclusión

Según los objetivos e hipótesis planteados en esta tesis la fertilización potásica en su mayor dosis para las condiciones de cultivo en la que se realizó el ensayo afectó positivamente los siguientes atributos de calidad: rendimiento, diámetro ecuatorial y polar, grosor de la pulpa ecuatorial y polar, contenido de sólidos solubles totales y azúcares totales, reductores y no reductores, en general entre la dosis control y la mínima no se detectaron diferencias. El grosor de la cáscara no mostró diferencias significativas entre tratamientos de fertilización, al igual que en la resistencia a la presión y los parámetros de color los cuales no fueron afectados por los tratamientos aplicados en los dos cultivares. Tampoco se registraron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización en la longitud de la cavidad central ni el contenido de nitratos en los frutos. Por lo tanto se acepta parcialmente la hipótesis de los atributos de calidad del fruto están directamente relacionados con el contenido de potasio aportado en el fertirriego.

Al ser los suelos del ensayo como los de la mayoría de la provincia de Corrientes, pobres en nutrientes, la cantidad de potasio que contiene es insuficiente para cubrir la demanda del cultivo, por lo cual la aplicación de la mayor dosis de potasio mediante fertirriego, fue suficiente para modificar las variables que respondieron a la fertilización. Para las variables que no respondieron a la fertilización, existe la posibilidad de que la aplicación de potasio fuera insuficiente para modificar drásticamente estas variables, o que el elemento potasio no influya en estas propiedades. Por otro lado, tal vez el objetivo de aplicación pudo ser determinante, debido a que la aplicación suplementaria foliar parece ser más eficiente para cubrir la demanda de potasio, aunque no puede descartarse un control eminentemente genético sobre estas propiedades.

El genotipo Honey Dew presentó mayores valores en variables de calidad comercial importante como lo son el rendimiento, resistencia a la presión, sólidos solubles totales, azúcares totales, reductores y no reductores y mayor valor en los parámetros de color L, a, h. Por su parte el genotipo Cantaloupe presentó mayor longitud de la cavidad central polar lo cual influye negativamente en la calidad debido a que es más susceptible a roturas en el

transporte comercial, también presentó mayor valor de pH. Las demás propiedades físico químicas evaluadas en esta tesis no se vieron afectadas por el genotipo. La información generada relativa a las variables que cambiaron con el genotipo puede ayudar en la toma de decisiones de los productores ante cambios en los requerimientos del mercado.

Capítulo 4. Fertilidad de suelo

4.1. Introducción

El suelo es un cuerpo natural, tridimensional, trifásico, dinámico, sobre el cual crecen y se desarrollan la mayoría de las plantas (Sánchez, 2007). La fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En lo referente al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo (Sánchez, 2007).

El uso de los fertilizantes en un sentido amplio ha sido un factor clave para conseguir un aumento sustancial en las producciones agrícolas. Este incremento no se ha obtenido exclusivamente por el uso de fertilizantes, sino en conjunción con otros elementos de los sistemas de producción como la selección y obtención de genotipos con mayor capacidad productiva, la utilización de pesticidas, los avances en las tecnologías de riego, la modificación de las técnicas de cultivo, entre otros (Guzmán, 2004).

Según Guzmán (2004) la posibilidad de fraccionar la fertilización en todos y cada uno de los días del ciclo del cultivo y adaptar las dosis diarias a las condiciones ambientales, estadios fenológicos y previsiones de cosecha, nos permiten no solo acercarnos a un sincronismo entre las aplicaciones y las extracciones, sino también mantener y mejorar las propiedades originales físicas, químicas y biológicas del suelo. En la actualidad la alta sensibilidad al deterioro de suelos y aguas está induciendo a mejorar las eficiencias de los sistemas de cultivo, incluidas en ellos las prácticas de fertilización. En la situación actual, la finalidad debe ser definir “máximos”, recomendables de riego y fertilización, capaces de compatibilizar rendimientos elevados con una contaminación reducida.

En el presente trabajo se ha propuesto la aplicación complementaria de potasio, debido a que la provisión por el suelo podría no ser suficiente para satisfacer la intensa demanda de potasio por el melón durante el período de llenado de fruto al final del ciclo del cultivo. Este capítulo se dedica a evaluar el efecto de la fertilización con distintas dosis de potasio sobre algunas propiedades de los suelos utilizados para el cultivo de melón.

4.2. Materiales y métodos

4.2.1. Muestreo y toma de datos

Se realizaron muestreos del suelo hasta los 30 cm de profundidad de suelo, de aproximadamente 1 kg, antes de comenzar con la fertilización para determinar el estado inicial del suelo (tabla 2.1), durante la cosecha y al finalizar la misma en todos los tratamientos. Para el muestreo durante la cosecha y al final de la misma (poscosecha) se tomó una muestra de cada parcela y se analizaron los valores de pH, conductividad eléctrica y contenidos de nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, materia orgánica y magnesio; a continuación se detalla metodología de determinación:

4.2.2. Determinación del pH

(Jackson, 1964)

4.2.2.1. Materiales

- 10 g de muestra de suelo
- Potenciómetro (pH-metro) y electrodos de vidrio y calomelanos.
- Vasos de precipitado de 100 mL.
- Varillas agitadoras o agitador magnético.
- Soluciones buffers (pH 4, 7 y 9)
- Balanza analítica (+/- 0.1 g)
- Soluciones buffers

pH 4: solución 0,04958 M de ftalato ácido de potasio

Se disolvió 10,12 g de ftalato ácido de potasio ($\text{KHC}_8\text{O}_4\text{H}_4$), secado a 110°C durante 2 h, en agua destilada libre de dióxido de carbono y se llevó a 1 L en matraz aforado. Para preservar la solución se agregó 1 mL de cloroformo.

pH 7: solución 0,0249 M de fosfato diácido de potasio y 0,0249 M de fosfato ácido de sodio

Se disolvieron 3,39 g de fosfato diácido de potasio (KH_2PO_4) y 3,53 g de fosfato ácido de sodio (Na_2HPO_4), secados a 110°C durante 2 h, en agua destilada libre de dióxido de carbono y se llevó a 1 L en matraz aforado. Se preservó de la misma manera que la solución anterior.

pH 9: solución 0,009971 M de bórax.

Se disolvieron 3,80 g de bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) en agua destilada libre de dióxido de carbono y se llevó a 1 L en matraz aforado. Se preservó de la misma manera que las soluciones anteriores.

4.2.2.2. Procedimientos

Calibración del pH-metro: se colocaron las soluciones buffers en un vaso de precipitado y se calibró el pH-metro, enjuagando los electrodos con agua destilada entre mediciones. La máxima desviación permisible cuando se verificó la exactitud del aparato con la solución reguladora fue de $\pm 0,1$ pH.

pH en agua: la determinación se realizó en la relación 1 parte de suelo y 2,5 partes de agua destilada. Se pesaron 10 g de suelo seco al aire tamizado por 2 mm, se introdujeron en un vaso de precipitado de 50 mL, se incorporaron 25 mL de agua destilada y se mezclaron con una varilla de vidrio. Se dejó reposar 1 h y se volvió a mezclar. Se sacó la varilla y se dejó otra hora en reposo, luego se realizó la medición con el pH-metro previamente calibrado.

4.2.3. Medición de la conductividad eléctrica

(Jackson, 1964)

4.2.3.1. Materiales

- 10 g de muestra de suelo
- Conductímetro
- Balanza de precisión 0,0001 g
- Agitador mecánico
- Vaso de precipitado de 100 mL
- Embudos
- Papel de filtro
- Reactivos:
- Hexametafosfato sódico al 0,1 %
- Cloruro potásico 0,01 N. Se disolvieron 0,7456 g de cloruro de potasio (KCl) en 1 L de agua destilada. Esta solución tuvo una CE de $1,23 \cdot 10^{-3} \mu\text{S cm}^{-1}$ a 25°C (solución patrón).
- Agua destilada

4.2.3.2. Procedimientos

Se pesaron 10 g de suelo desecado al aire, se lo introdujo en un vaso de precipitado de 100 mL y se añadieron 50 mL de agua destilada (solución suelo-agua 1/5), se agitó durante media hora en agitador mecánico. A través de un papel filtro se filtró la suspensión con la ayuda de un embudo. Se añadieron una gota de hexametafosfato sódico al 0,1 % por cada 25 mL de filtrado, para evitar la precipitación del carbonato de calcio (CaCO_3). Se tomó una alícuota de la solución y se procedió a su lectura introduciendo el electrodo del conductímetro. Una vez efectuada la lectura se lavó el electrodo con agua destilada.

4.2.4. *Determinación de la textura del suelo*

(Método de Bouyucos) (Jackson, 1964)

4.2.4.1. Materiales

- 40 g de muestra de suelo
- Hidrómetro Bouyucos calibrado desde 0-60 g L⁻¹
- Probeta de 1000 mL
- Batidora
- Varilla agitadora
- Termómetro
- Balanza de precisión 0,0001 g

- Reactivos:
- Agente dispersante (hexametáfosfato de sodio 1N)
- Alcohol amílico

4.2.4.2. Procedimientos

Se pesaron y transfirieron al vaso de la batidora 40 g de suelo seco y tamizado. Luego se agregaron 100 mL de agua destilada y 10 mL de agente dispersante. Se dejó en reposo durante 5 minutos y luego se agitó durante 5 minutos en la batidora. Se vertió todo el contenido a una probeta 1000 mL luego se enrazó con agua destilada a 1000 mL. Al producirse espuma se agregaron 5 gotas de alcohol amílico para quitar la espuma y se pueda realizar las lecturas con el hidrómetro. Se agitó la suspensión con la varilla, diez veces para lograr homogeneidad en la suspensión. Se introdujo el hidrómetro. Con cada lectura se tomo la temperatura de la suspensión, con el fin de obtener el factor de corrección. La primera lectura se efectuó a los 30 segundos, luego a los 1, 3, 10, 30 y 90 minutos y por último a las 2 h.

4.2.5. *Determinación de Materia Orgánica*

(Walkley y Black, 1934).

4.2.5.1. Materiales

- 1 g de muestra de suelo
- 3 erlenmeyer de 250 mL
- Bureta de 25 mL
- Probeta de 10 mL
- Balanza de precisión 0,0001 g
- Reactivos:
- Disolución de dicromato de potásico 1N: se disolvieron 49,04 g de $K_2Cr_2O_7$, previamente secado a $103^\circ C$ durante 2 h, en agua destilada y se llevó a un volumen final de 1 L, mediante agua destilada.
- Ácido sulfúrico concentrado (96%).
- Disolución de sulfato ferroso amónico 0,5 N: se disolvieron 196 g de sulfato ferroso amónico hexahidratado en agua destilada, a continuación se añadieron 20 mL de H_2SO_4 concentrado y enraso a 1 L con agua destilada. Esta disolución fue valorada a diario frente a una disolución patrón de $K_2Cr_2O_7$.
- Indicador: complejo ferroso de ortofenantrolina (ferroína) 0,025 M: se disolvieron 1,485 g de ortofenantrolina monohidratada y 0,695 g de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ en agua destilada y se lo llevó a 100 mL con agua destilada.

4.2.5.2. Procedimientos

- Digestión de la muestra:

En un erlenmeyer de 250 mL se colocaron 1 g de una muestra de suelo. Se añadieron 10 mL de dicromato potásico 1 N agitando para dispersar el suelo. A continuación y bajo campana se agregaron 20 mL de H₂SO₄ concentrado y se agitó suavemente con precaución durante 1 minuto. Se dejó enfriar la mezcla hasta temperatura ambiente (20-30 minutos). A continuación se diluyó con unos 100 mL de agua destilada, luego se agregaron 5 gotas de indicador y se valoró con sulfato ferroso hasta viraje del indicador a verde claro.

- Valoración del sulfato ferroso amónico:

Se repitió el procedimiento descrito en el apartado anterior sin añadir suelo. A partir del volumen consumido se determinó la normalidad de la solución de sulfato ferroso.

4.2.6. Determinación del Nitrógeno Total

(Nitrógeno Orgánico + Nitrógeno Amónico) (Jackson, 1964)

4.2.6.1. Materiales

- 0,25 g de muestra de suelo
- Tubos de digestión de 30 mm de diámetro y 270 mm de altura, resistentes a temperaturas altas
- Erlenmeyer de 50 mL
- Matraz de 1000 mL
- Microbureta
- Digestor
- Equipo de destilación Kjeldahl
- Balanza de precisión 0,0001 g
- Reactivos

a) Ácido sulfúrico concentrado

b) Solución alcohólica de fenolftaleína al 1 %: se pesaron 10 g de fenolftaleína, se disolvieron en alcohol 96°, llevándolo a 1 L el volumen con el alcohol. Se envasó en frasco de vidrio de tapón esmerilado.

c) Ácido bórico al 2 % (H₃BO₃): se pesaron 20 g. de ácido y se disolvieron en 700 mL de agua destilada precalentada. Una vez frío se transfirió a un matraz que contenía 200 mL de alcohol etílico y 20 mL de indicador verde de bromo cresol rojo de metilo. Luego se llevó el volumen a 1 L con agua. El pH fue de 4,5.

d) Verde de bromo cresol rojo de metilo (indicador mixto): se pesaron 0,33 g de verde de bromo cresol y 0,165 g de rojo metilo. Se lo disolvieron en alcohol de 96° y llevó el volumen a 500 mL con el mismo alcohol.

e) Hidróxido de sodio al 40 % (OHNa): aproximadamente 1 N.

Se pesaron 40 g de hidróxido de sodio en lentejas, estos fueron disueltos en agua destilada refrigerando. Se dejó enfriar y se llevó con agua destilada a 1000 mL.

f) Hidróxido de sodio 0,1 N (OHNa): se pesó 4 g de hidróxido de sodio en lentejas, se lo disolvió en agua y se llevó el volumen a 1 L en matraz aforado.

g) Ácido sulfúrico 1 N se colocaron 600 mL de agua destilada en matraz de 1000 mL. Luego se incorporó lentamente y refrigerando 30 mL de ácido sulfúrico ρ : 1,84. Se dejó enfriar y se llevó el volumen a 1000 mL con agua destilada.

h) Ácido sulfúrico 0,005 N: a partir de una solución exacta valorada de H_2SO_4 . Se midieron 5 mL de ácido sulfúrico normal y se llevó el volumen a 1 L. Se tituló con carbonato de sodio.

i) Carbonato de Sodio $0,0025 \text{ cmolc kg}^{-1}$: se pesaron 132,49 mg de Na_2CO_3 y se llevó a 1000 mL con agua destilada.

j) Sales catalizadoras:

- Sulfato de cobre 25 g.
- Sulfato de potasio 1500 g.
- Selenio metálico 8 g.

Cada unas de las sales fue pulverizada y luego mezcladas.

4.2.6.2. Procedimientos

- Digestión de la muestra:

Se pesaron 0,25 g de muestra de suelo tamizada por malla de 2 mm, y se introdujo en tubo de digestión. Posteriormente se incorporó 1 g de sales catalizadoras (j) una cucharada pequeña, más 2 mL de agua y 3 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se calentó en el digestor hasta que el digesto adquirió color verde claro y se mantuvo durante 10 minutos. Luego se dejó enfriar, y se llevó a 50 mL con agua destilada en un erlenmeyer (solución digerida).

- Destilación:

En los tubos de digestión, se colocaron 10 mL de la solución digerida, más 15 mL de OHNa 0,1 N (f), 2 mL de indicador fenolftaleína al 1 % (b) y 10 mL de agua destilada. Se conectó el equipo de destilación. Se destiló durante 4 minutos 20 mL. El amoníaco destilado se recogió en un erlenmeyer de 50 mL que contenía 5 mL solución de ácido bórico (c). Finalizada la destilación, el color pasó de rojo vinoso a verde brillante, se

desconectó el tubo de pesca y se retiró el erlenmeyer. Se valoró el amoníaco destilado con solución 0,005 N de ácido sulfúrico (g) hasta que la solución viró de verde a rojo vinoso.

4.2.7. Determinación del Fósforo extraíble o asimilable

(Método de Bray y Kurtz) (Jackson, 1964)

4.2.7.1. Materiales

- 1 g de muestra de suelo
- Balanza de precisión 0,0001 g
- Espectrofotómetro
- Agitador a vaivén de 180°
- Tubos para agitación
- Tubos de ensayo de 20 mL
- Embudos
- Papel de filtro tipo Wathman 42
- Pipetas de 1 y 10 mL de doble aforo
- Reactivos:

a) Solución para la curva patrón de fósforo: solución madre de 50 ppm. Se desecó fosfato monopotásico durante 2 h a 40 °C. Se dejó enfriar en desecador. Luego se disolvió 0,2195 g en 40 mL de agua. Se agregó 1 mL de ácido sulfúrico concentrado y se llevó a 1000 mL. Posteriormente se guardó en frasco oscuro en heladera.

Solución de 20 ppm: se tomaron 4 mL de 50 mg kg⁻¹ y se llevó a 10 mL con agua.

Solución patrón de 2 ppm: se tomaron 4 mL de la solución de 20 mg Kg⁻¹ y se diluyó a 40 mL.

b) Solución stock de fluoruro de amonio y ácido clorhídrico

1. b) Se diluyeron 37 g de NH₄F en 1000 mL de agua destilada

2. b) Solución de ácido clorhídrico aproximadamente 0,5 N: se diluyeron 25 mL de ClH concentrado en un matraz de 500 mL y se llevó a volumen con agua destilada.

c) Solución extractora (NH₄F 0,03 N y ClH 0,025 N): en un matraz de 500 mL se introdujo 15 mL solución stock de NH₄F (1.b) y 25 mL de HCl 0,5 N (2 b), se llevó a volumen con agua destilada.

d) Solución de molibdato de amonio: se pesaron 25 g de molibdato de amonio y disolvió en 200 mL de agua destilada, se agregaron lentamente y refrigerando 275 mL de H₂SO₄ concentrado y se llevó a 1000 mL con agua destilada.

e) Solución madre de cloruro estañoso: se pesaron 1 g de $\text{Cl}_2\text{Sn} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ y agregaron 2,5 mL de HCl concentrado, se conservó en la heladera.

f) Solución de trabajo: de la solución anterior se tomaron 0,25 mL y se diluyó en 6,25 mL de H_2SO_4 1 N, se usaron 0,1 mL para la reacción de color.

g) Carbón activado: Darco G-60.

4.2.7.2. Procedimientos

3.a) Extracción del fósforo

Se pesaron 1 g de suelo secado al aire y tamizado por tamiz de 2 mm en un tubo de agitación, luego se agregaron 7 mL de solución extractora (c), se tapó y agitó 5 minutos en agitador a vaivén, con los tubos ubicados en posición horizontal. Se filtró inmediatamente. El extracto filtrado fue coloreado por lo que se incorporó carbón activado (g) al suelo antes de agregar la solución extractora.

3. b) Análisis del extracto

En tubos de ensayo se tomaron una alícuota de 1 mL del extracto, 8,5 mL de agua y 0,4 mL de molibdato de amonio (d), se agitaron y agregaron 0,1 mL de cloruro estañoso preparado en el día (f). Después de transcurrido 10 minutos del agregado el cloruro estañoso se efectuaron las lecturas del % de transmitancia (%T) en el espectrofotómetro se lo leyó a 660 nm.

4.2.8. Determinación de Calcio, Magnesio y potasio intercambiable

(Método de acetato de amonio) (Jackson, 1964)

4.2.8.1. Materiales

- Muestra de suelo
- Vaso precipitado
- Pipetas de 5 y 10 mL
- 3 erlenmeyer de 250 mL
- Matraces aforados de 50 mL
- Tamizador
- Reactivos:

a) Acetato de amonio

b) Etanol 70 %

c) NaCl 10 %

d) SrCl_2 16 cmolc kg⁻¹

- e) HCl 0,002 N
- f) BO_3H_3 50 g
- g) Rojo de metilo 270 mg
- h) verde de bromocresol

4.2.8.2. Procedimientos

- Extracción:

Se pesaron 2 g de suelo (tamizado menor de 2 mm) en los vasos perforados de percolación, previa colocación de papel de filtro. Se armaron el conjunto de vaso y pistón. Se comenzó la percolación haciendo pasar 25 mL de solución de NH_4Ac normal, pH 7. Se recogió el percolado en matraces aforados de 50 mL. Se enrasó cada uno de los matraces con NH_4Ac y se agitó.

- Determinación de Ca^{2+} y Mg^{2+} : del matraz con NH_4Ac se realizó la siguiente dilución en un tubo de ensayo: 0,5 mL de alícuota + 7 mL de agua + 2,5 mL de Cl_2Sr y se agitó. Se leyeron del espectrofotómetro de adsorción atómica la absorbancia utilizando una serie de patrones para cada solución.
- Determinación de K^+ : se tomó una alícuota del matraz con el percolado de NH_4Ac , sin efectuar dilución alguna se leyó en el fotómetro de llama la concentración del elemento. Utilizándose una serie de patrones para calibrar el aparato.

4.3. Resultados

4.3.1. Nitrógeno del suelo en cosecha

No se encontró interacción ($p=0,62$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre el nitrógeno del suelo. Tampoco se detectaron efectos del cultivar sobre el contenido de nitrógeno del suelo en cosecha (Figura 4.1).

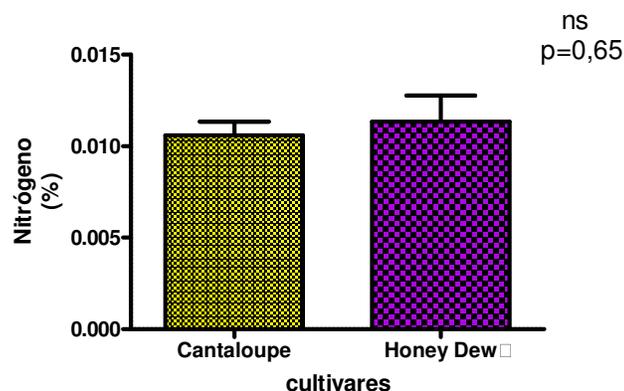


Figura 4.1. Contenido de nitrógeno del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de

las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de nitrógeno del suelo en cosecha entre los tratamientos de fertilización (Figura 4.2), en ambos cultivares de melón.

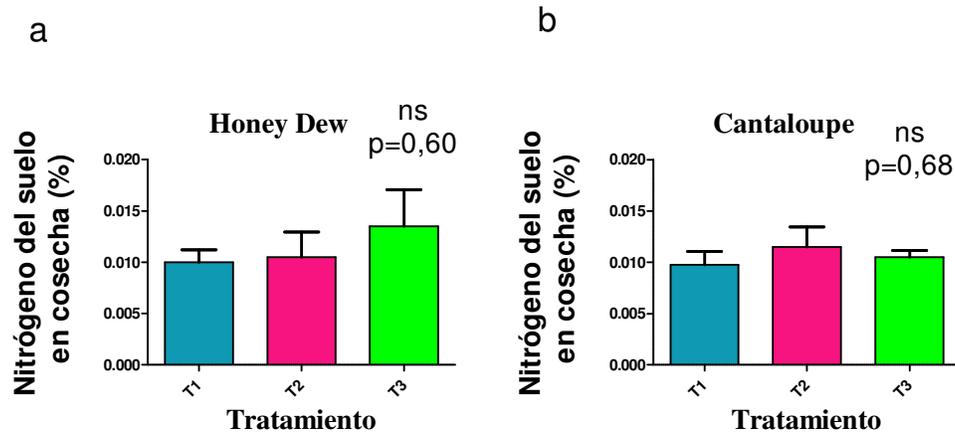


Figura 4.2. Contenido de nitrógeno del suelo durante la cosecha ocupados por el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

4.3.2. Fósforo del suelo en cosecha

No se detectó interacción ($p=0,86$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre el fósforo del suelo. Tampoco se detectaron efectos del cultivar sobre el contenido de fósforo del suelo en cosecha (Figura 4.3).

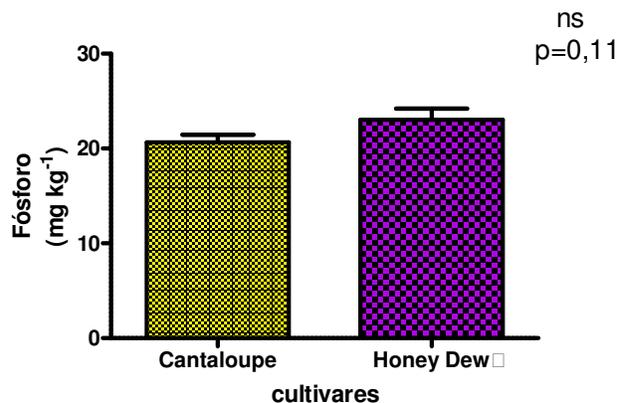


Figura 4.3. Contenido de fósforo del suelo durante la cosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las

4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de fósforo del suelo en cosecha entre los tratamientos de fertilización (Figura 4.4), en ambos cultivares de melón.

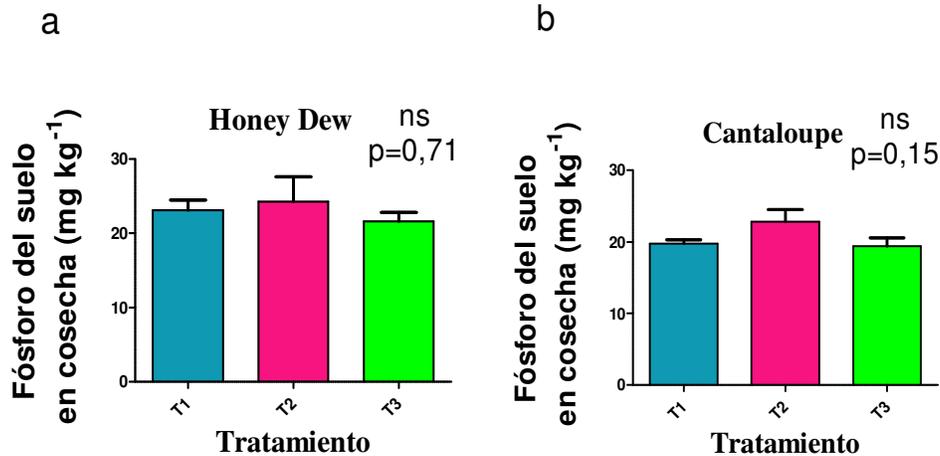


Figura 4.4. Contenido de fósforo del suelo durante la cosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

4.3.3. Calcio del suelo en cosecha

No se encontraron evidencias de interacción ($p=0,33$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre el calcio del suelo. Tampoco se detectaron efectos del cultivar (Figura 4.5) sobre el contenido de calcio del suelo en cosecha.

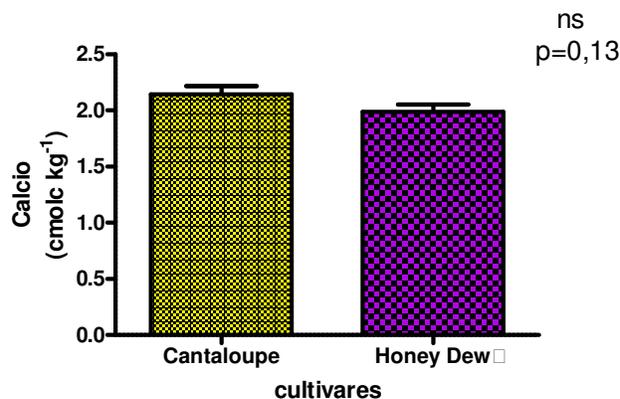


Figura 4.5. Contenido de calcio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las

4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

Tampoco se registraron diferencias estadísticamente significativas en el análisis de varianza de la concentración de calcio en el suelo en cosecha entre los tratamientos de fertilización (Figura 4.6), en ambos cultivares de melón.

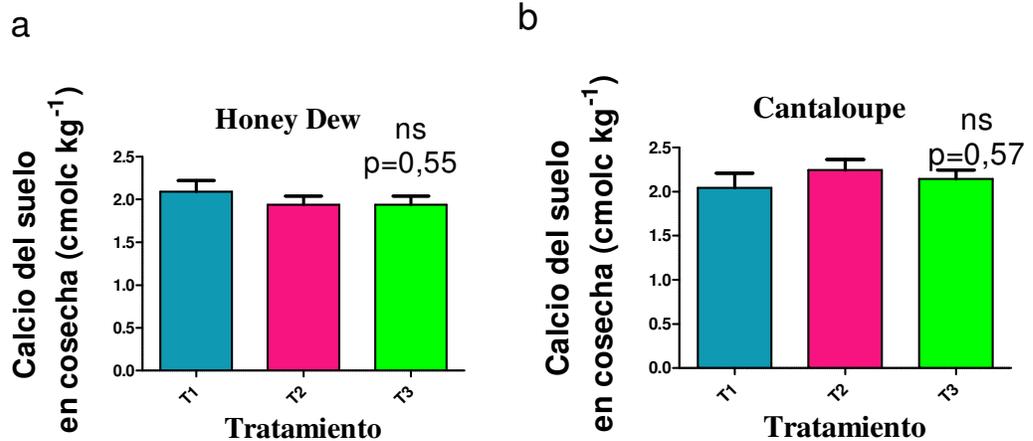


Figura 4.6. Contenido de calcio del suelo durante la cosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

4.3.4. Magnesio del suelo en cosecha

No se encontraron efectos de la interacción ($p=0,66$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre el magnesio del suelo. Tampoco se detectaron efecto de las cultivares (Figura 4.7) sobre el contenido de magnesio del suelo en cosecha.

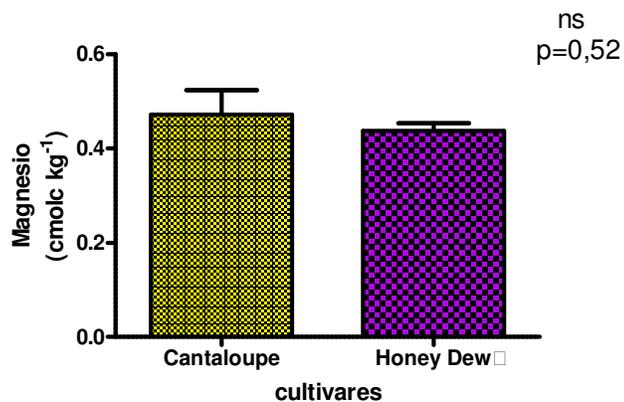


Figura 4.7. Contenido de magnesio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio

de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

El análisis de varianza del contenido de magnesio del suelo en cosecha entre los tratamientos de fertilización mostró en ambos cultivares que el tratamiento estándar, T1, fue el que presentó los mayores valores de magnesio en cosecha, sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa (Figura 4.8).

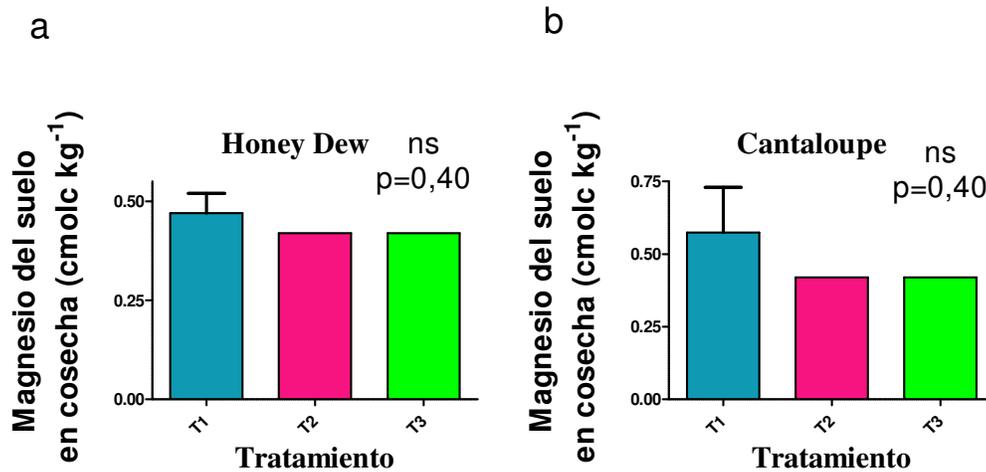


Figura 4.8. Contenido de magnesio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

4.3.5. Potasio del suelo en cosecha

No se encontraron efectos de la interacción ($p = 0,71$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre el potasio del suelo. Tampoco se detectaron efecto de las cultivares (Figura 4.9) sobre el contenido de potasio del suelo en cosecha.

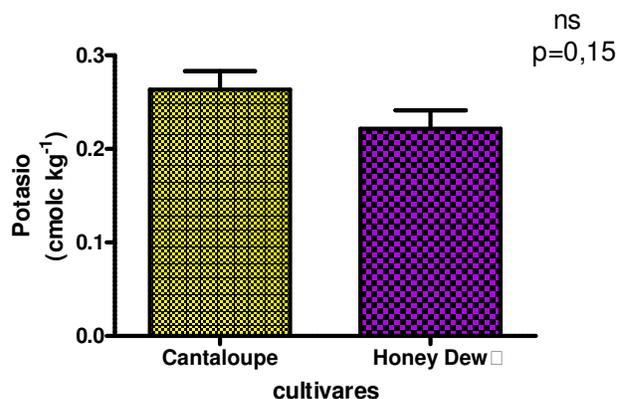


Figura 4.9. Contenido de potasio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew y Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

Se registraron diferencias estadísticamente significativas en el análisis de varianza, evidenciándose diferencias en el contenido de potasio del suelo en cosecha entre los tratamientos de fertilización. En ambos cultivares de melón el tratamiento T2 presentó los mayores valores de potasio del suelo en cosecha, siendo este tratamiento el de mayor dosis de potasio aplicada (Figura 4.10).

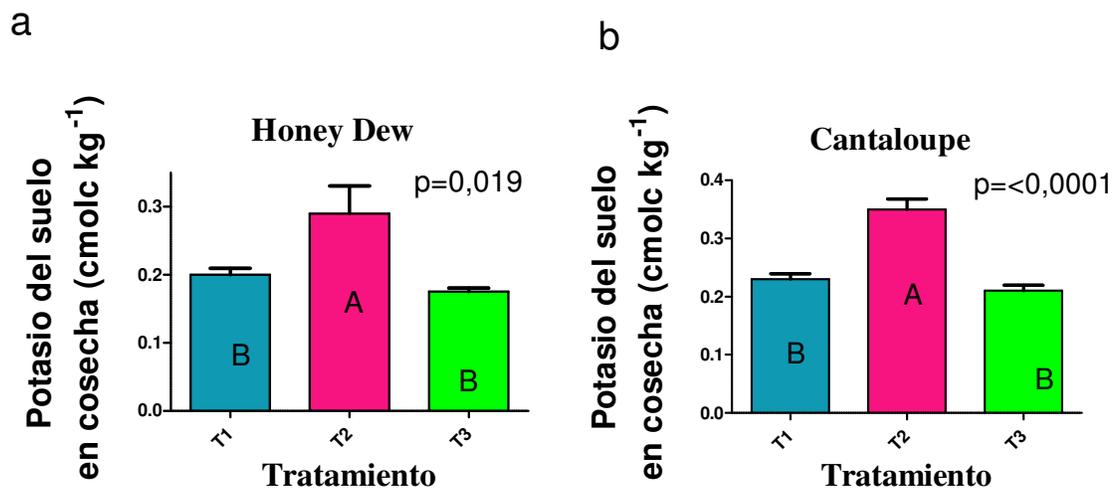


Figura 4.10. Contenido de potasio del suelo durante la cosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre tratamientos.

Los niveles de potasio del suelo a la cosecha se relacionaron con varias propiedades referentes a la cantidad y calidad del melón producido. El peso individual del fruto se relacionó con las cantidades de potasio en los suelos en forma lineal y significativa ($p=0,02$, $R^2=0,42$ para el cultivar Honey Dew y $p=0,01$, $R^2=0,43$ para el cultivar Cantaloupe). Ambos cultivares alcanzan el mayor peso individual del fruto, aproximadamente de $1,45 \text{ kg fruto}^{-1}$, con contenidos de potasio del suelo de alrededor de $0,5 \text{ cmolc kg}^{-1}$ (Figura 4.11).

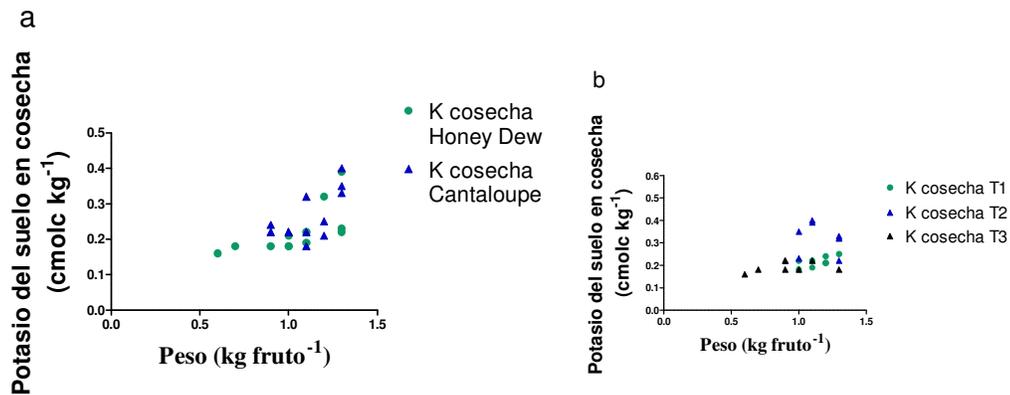


Figura 4.11. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el peso por fruto (a) agrupado por cultivares (b) agrupados por tratamientos de fertilización.

Se encontraron relaciones significativas, positivas y lineales entre el contenido de potasio del suelo durante la cosecha y el diámetro ecuatorial de los frutos, tanto en el cultivar Honey Dew ($R^2=0,58$ y $p=0,004$, Figura 4.12 (a)) como en el cultivar Cantaloupe ($R^2=0,76$ y $p=0,0002$, Figura 4.12 (b)).

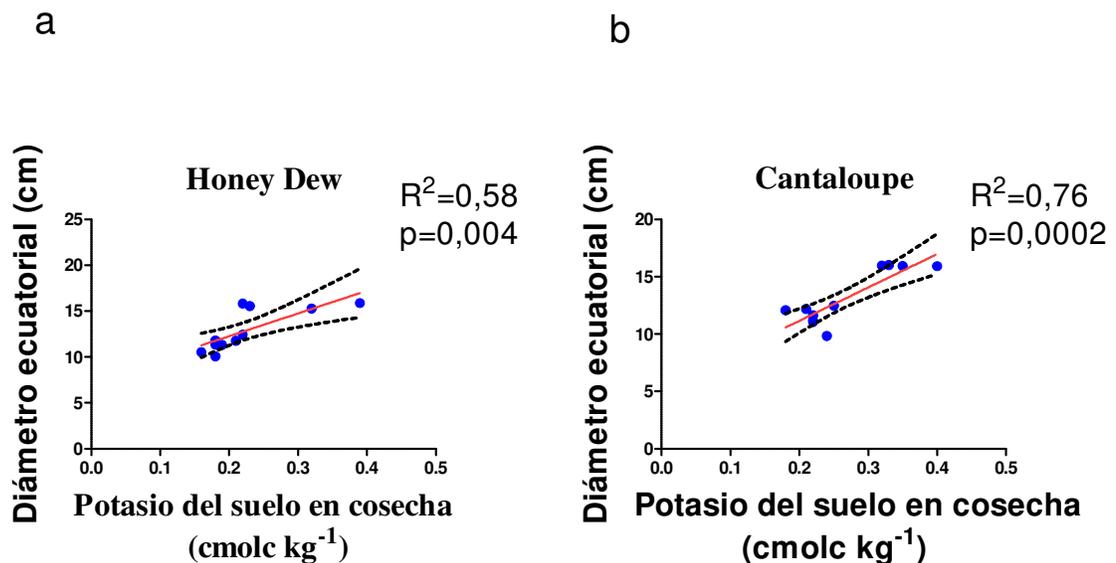


Figura 4.12. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el diámetro ecuatorial para el cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

También se encontraron relaciones significativas, lineales y positivas entre el contenido de potasio del suelo en cosecha y los diámetro polares, tanto en el cultivar Honey Dew ($R^2=0,56$ y $p=0,005$, Figura 4.13 (a)) como en Cantaloupe ($R^2=0,55$ y $p=0,005$, Figura 4.13 (b)).

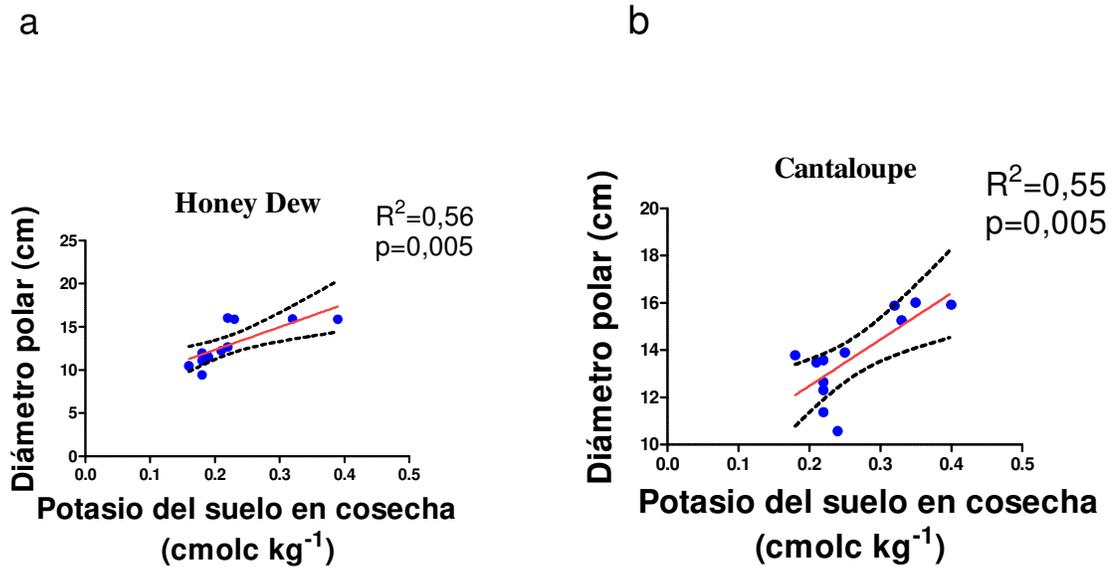


Figura 4.13. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el diámetro polar para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

Se encontraron relaciones significativas, positivas y lineales entre el grosor de la pulpa ecuatorial y el contenido de potasio del suelo en cosecha tanto en el cultivar Honey Dew ($R^2=0,57$ y $p=0,004$, Figura 4.14 (a)) como en Cantaloupe ($R^2=0,69$ y $p=0,0008$, Figura 4.14 (b)).

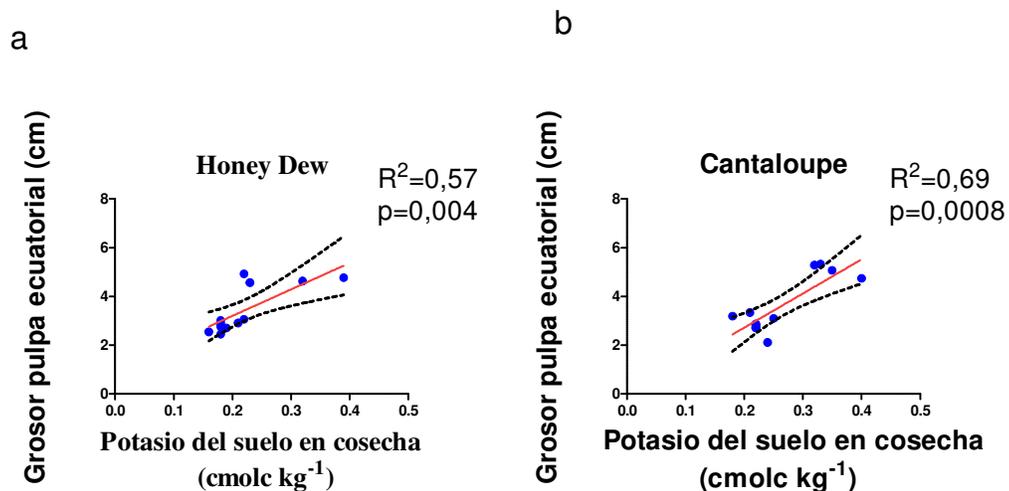


Figura 4.14. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el grosor de la pulpa ecuatorial para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

Se encontraron relaciones significativas, positivas y lineales entre el contenido de potasio del suelo y el grosor de la pulpa polar, tanto en el cultivar Honey Dew ($R^2=0,58$ y $p=0,004$, Figura 4.15 (a)) como en Cantaloupe ($R^2=0,63$ y $p=0,001$, Figura 4.15 (b)).

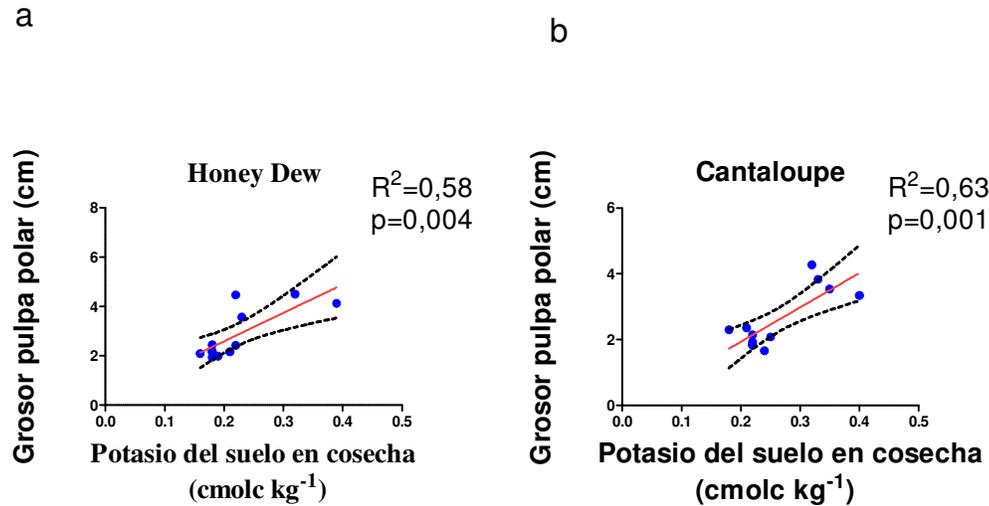


Figura 4.15. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y el grosor de la pulpa polar para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

Se encontraron relaciones significativas, positivas y débilmente lineales (R^2 bajo) entre el contenido de potasio del suelo en cosecha y la cantidad de sólidos solubles totales de los frutos, tanto en el cultivar Honey Dew ($R^2=0,42$ y $p=0,002$, Figura 4.16 (a)) como en Cantaloupe ($R^2=0,51$ y $p=0,009$, Figura 4.16 (b)) aunque en esta última la relación se ajustó mejor.

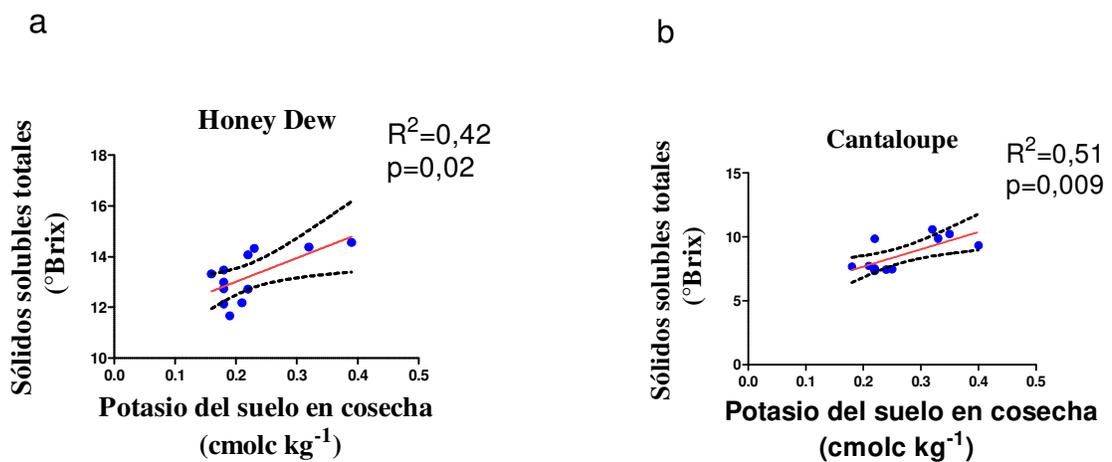


Figura 4.16. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

Se encontraron relaciones significativas, positivas y débilmente lineal (R^2 bajo) entre el contenido de potasio del suelo en cosecha y la concentración de azúcares totales, en el cultivar Honey Dew ($R^2=0,35$ y $p=0,004$, Figura 4.17 (a)), en Cantaloupe la relación fue fuertemente lineal ($R^2=0,77$ y $p=0,0001$, Figura 4.17 (b)).

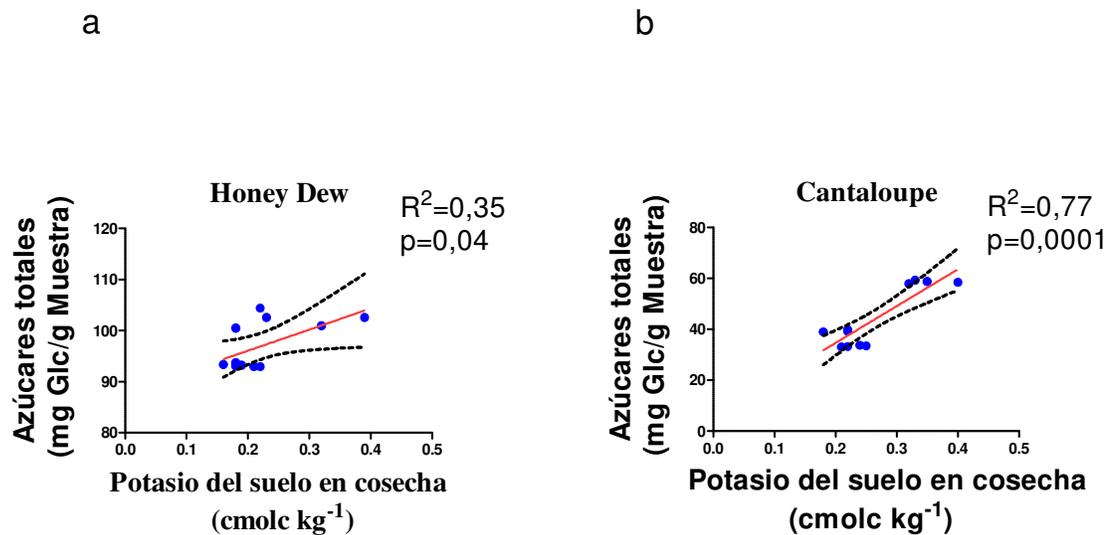


Figura 4.17. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y los azúcares totales para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

Se encontraron relaciones significativas, positivas y lineales entre el contenido de potasio del suelo en cosecha y la concentración de azúcares reductores en el cultivar Cantaloupe ($R^2=0,80$ y $p<0,0001$, Figura 4.18 (b)). Por el contrario no se encontraron relación entre estas variables en el cultivar Honey Dew ($R^2=0,30$ y $p=0,06$, Figura 4.18 (a))

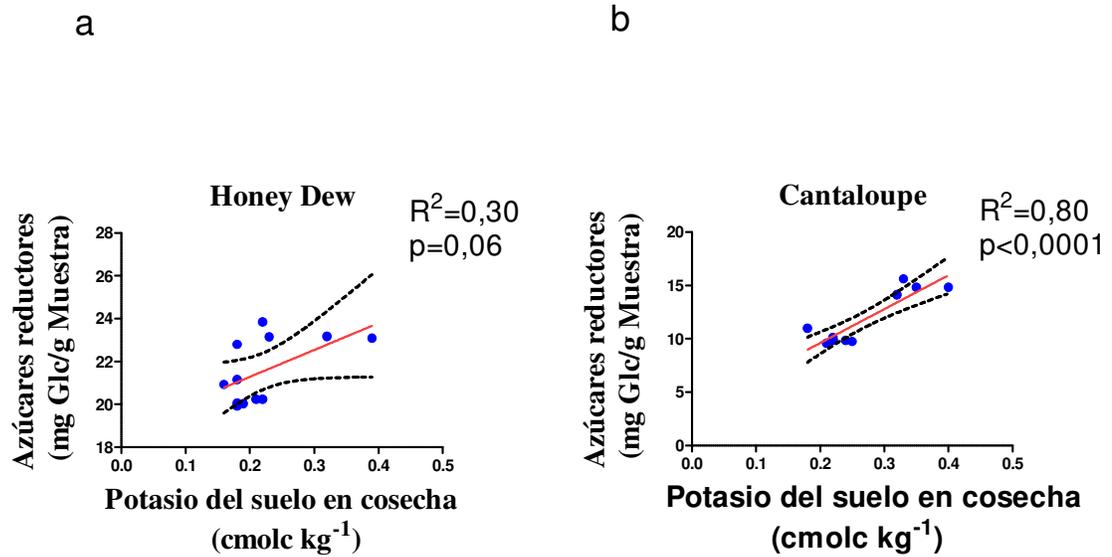


Figura 4.18. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y los azúcares reductores para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

Se encontraron relaciones significativas, positivas y débilmente lineales entre el contenido de potasio del suelo en cosecha y la concentración de azúcares no reductores, tanto en el cultivar Honey Dew ($R^2=0,35$ y $p=0,04$, Figura 4.19 (a)) en cambio la relación fue fuertemente lineal en el cultivar Cantaloupe ($R^2=0,76$ y $p=0,0002$, Figura 4.19 (b)).

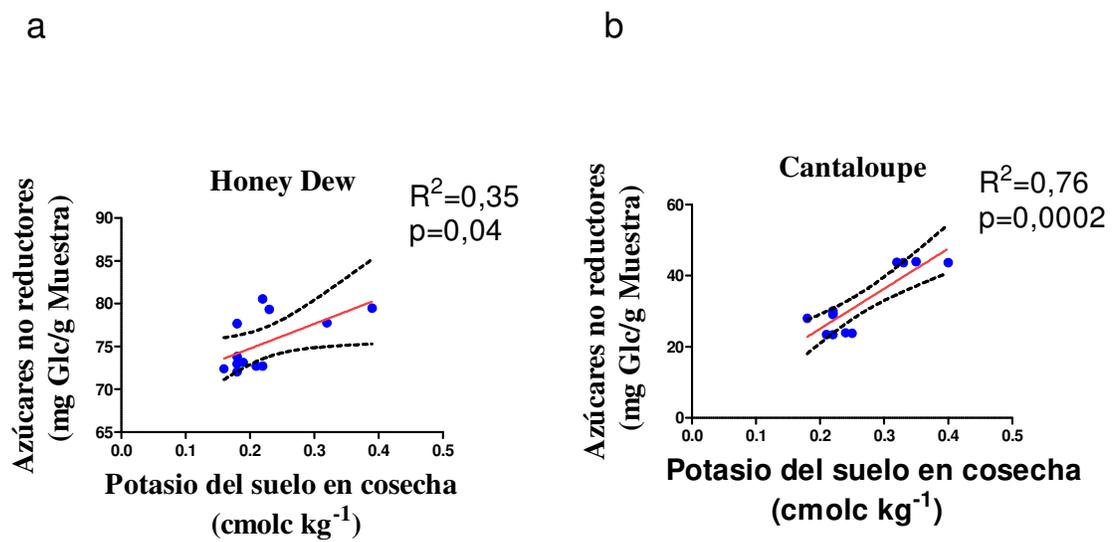


Figura 4.19. Relación entre el potasio del suelo durante la cosecha y los azúcares no reductores para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). La línea recta representa la regresión lineal y las líneas punteadas el intervalo de confianza del 95 %.

4.3.6. pH del suelo en cosecha

No se encontró interacción ($p=0,79$) entre los factores cultivares y fertilizaciones en la acidez del suelo. Tampoco se encontraron efectos del cultivar (Figura 4.20) sobre el pH del suelo en cosecha.

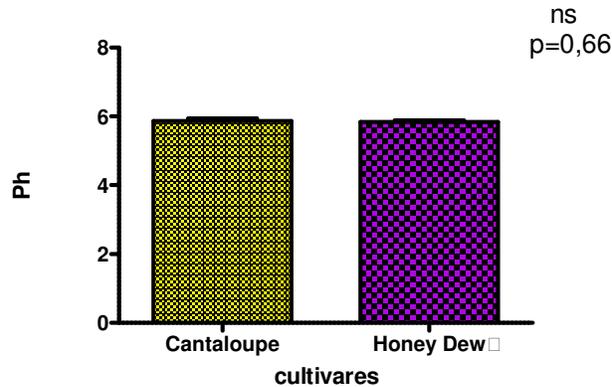
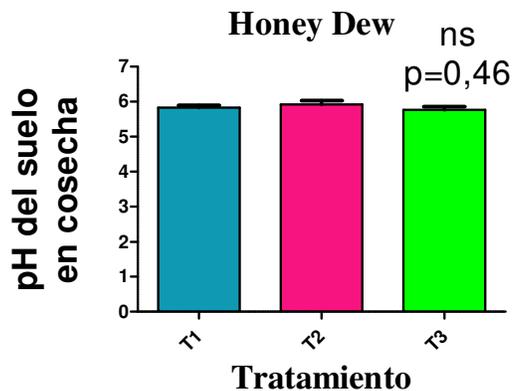


Figura 4.20. pH del suelo durante la cosecha para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el análisis de varianza del pH del suelo en cosecha entre los tratamientos de fertilización (Figuras 4.21), en ambos cultivares de melón.

a



b

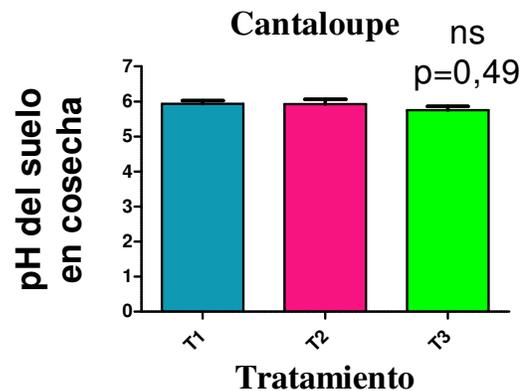


Figura 4.21. pH del suelo durante la cosecha de los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

4.3.7. Conductividad eléctrica del suelo en cosecha

No se encontraron efectos de la interacción ($p = 0,84$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre la conductividad eléctrica del suelo. Tampoco se registraron efectos de los cultivares (Figura 4.22) sobre la conductividad eléctrica del suelo durante la cosecha.

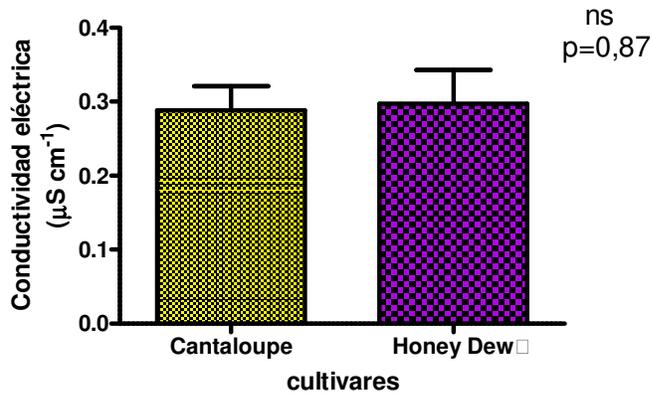


Figura 4.22. Conductividad eléctrica del suelo durante la cosecha vs los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

Si bien no se encontraron diferencias significativas de la conductividad eléctrica entre los tratamientos de fertilización en ambos cultivares de melón (Figura 4.23), la CE tendió a ser mayor en el tratamiento T2, con la mayor dosis de fertilizante potásico aplicado, esto podría deberse a que de los fertilizantes potásicos utilizados el cloruro de potasio es el que presenta mayor índice salino por su parte el nitrato de potasio presenta un índice moderado.

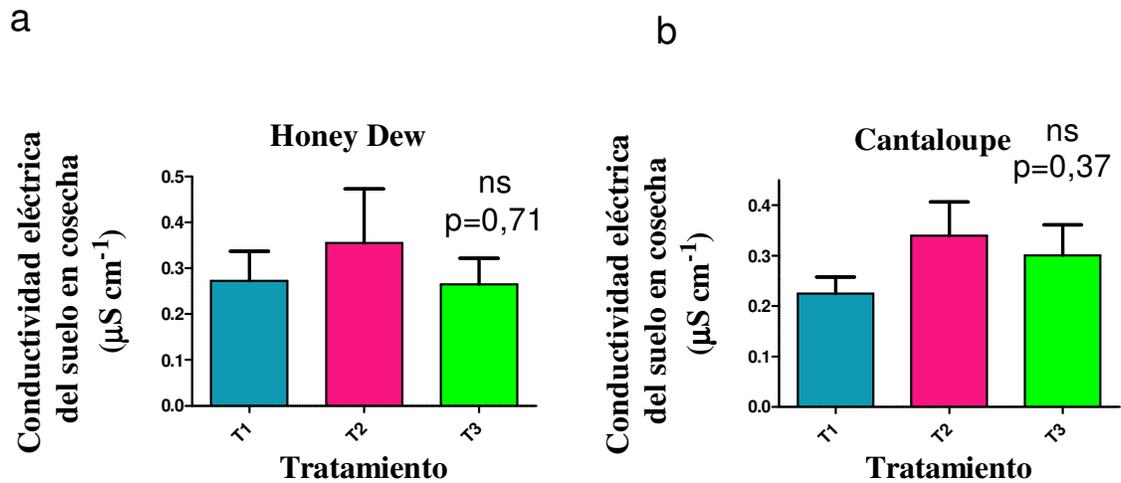


Figura 4.23. Conductividad eléctrica del suelo durante la cosecha para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

4.3.8. Nitrógeno del suelo en poscosecha

No se encontraron interacción ($p=0,98$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre el nitrógeno del suelo. Tampoco se encontraron efectos de las cultivares sobre el nitrógeno del suelo en poscosecha (Figura 4.24).

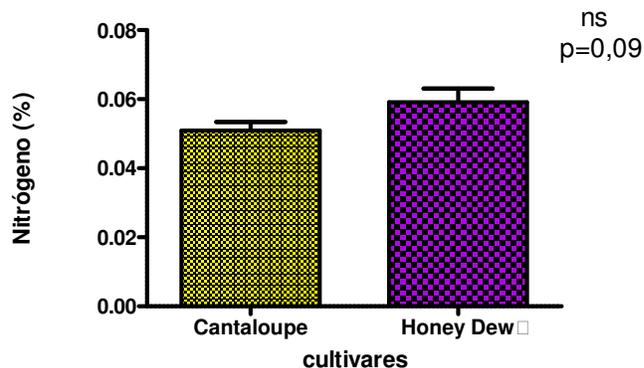


Figura 4.24. Contenido de nitrógeno del suelo durante la poscosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew y Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en los contenidos de nitrógeno del suelo en poscosecha entre los tratamientos de fertilización (Figura 4.25), aunque el tratamiento T3, con la menor dosis de potasio, tuvo los menores contenidos de N en poscosecha.

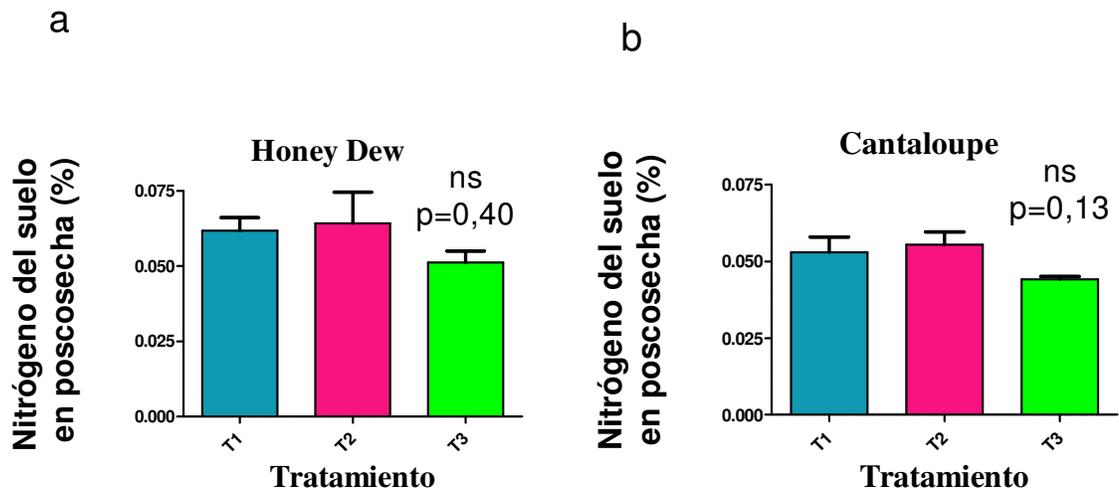


Figura 4.25. Contenido de nitrógeno del suelo durante la poscosecha en las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

4.3.9. Fósforo del suelo en poscosecha

No se encontró interacción ($p = 0,49$) entre los factores cultivares y tratamientos de fertilización sobre el fósforo del suelo. Tampoco se registraron efectos de las cultivares sobre el contenido de fósforo del suelo en poscosecha (Figura 4.26).

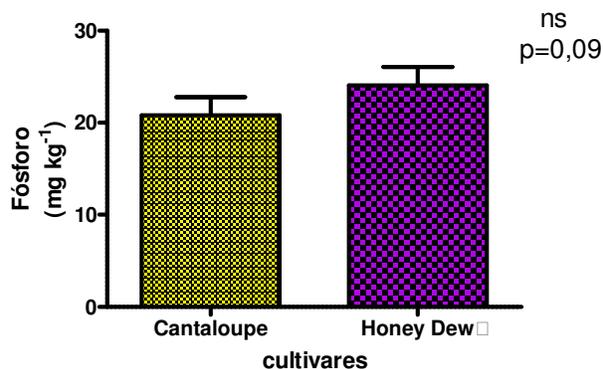


Figura 4.26. Contenido de fósforo del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

El análisis de varianza mostró que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas del contenido de fósforo del suelo en cosecha entre los tratamientos de fertilización en ambos cultivares de melón (Figura 4.27).

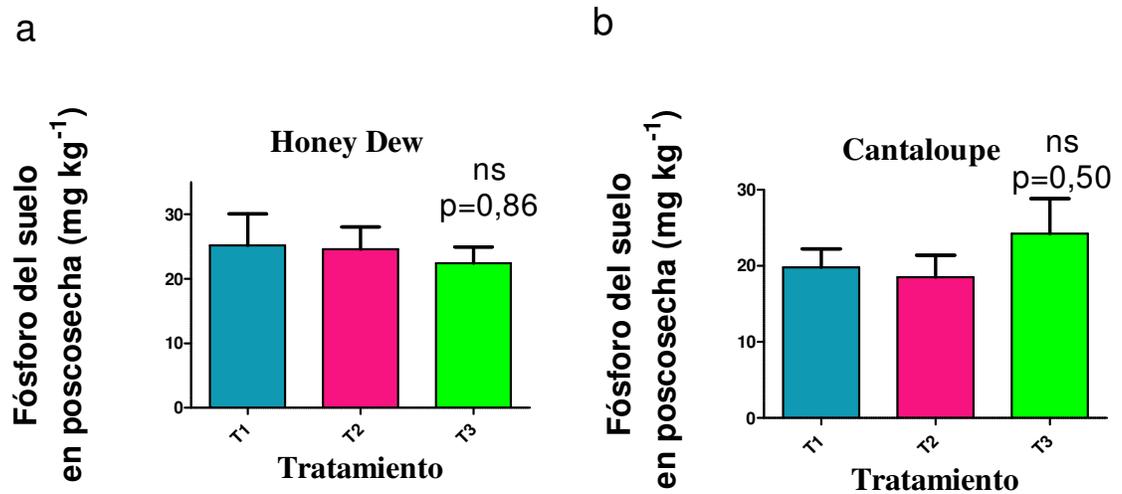


Figura 4.27 Contenido de fósforo del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

4.3.10. Calcio del suelo en poscosecha

No se encontraron efectos de la interacción ($p = 0,14$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre el calcio del suelo. Tampoco se registraron efectos de las cultivares sobre el calcio del suelo en poscosecha (Figura 4.28).

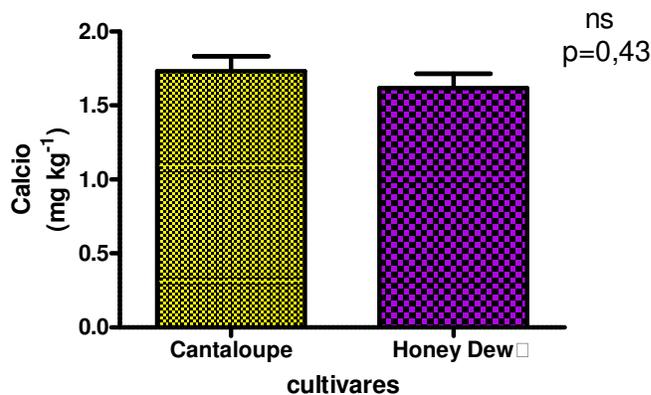


Figura 4.28. Contenido de calcio del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre el contenido de calcio del suelo en poscosecha y los tratamientos de fertilización para ambas cultivares de melón (Figura 4.29).

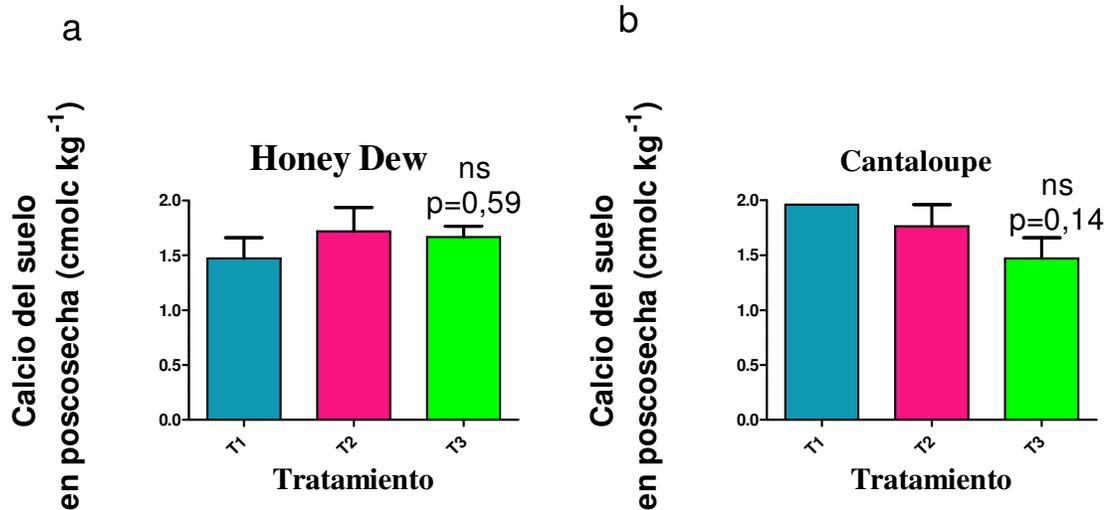


Figura 4.29. Contenido de calcio del suelo en la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

4.3.11. Magnesio del suelo en poscosecha

No se encontraron interacción ($p=0,46$) entre los factores cultivar y fertilización sobre el magnesio del suelo. Tampoco se encontraron efecto de las cultivares sobre el contenido de magnesio del suelo en poscosecha (Figura 4.30).

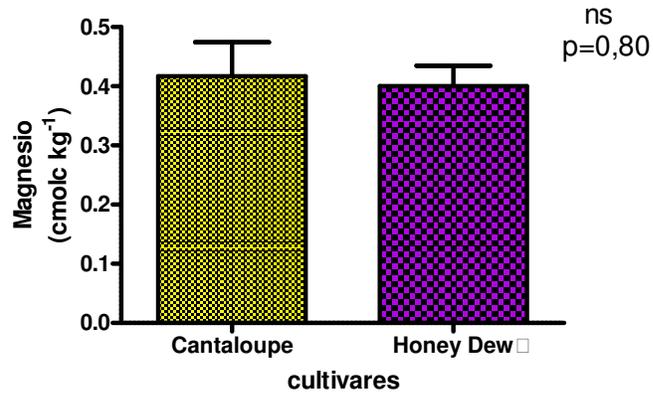


Figura 4.30. Contenido de magnesio del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew y Cantaloupe. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

El análisis de varianza mostró que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de magnesio del suelo en poscosecha entre los tratamientos de fertilización en ambos cultivares de melón (Figura 4.31).

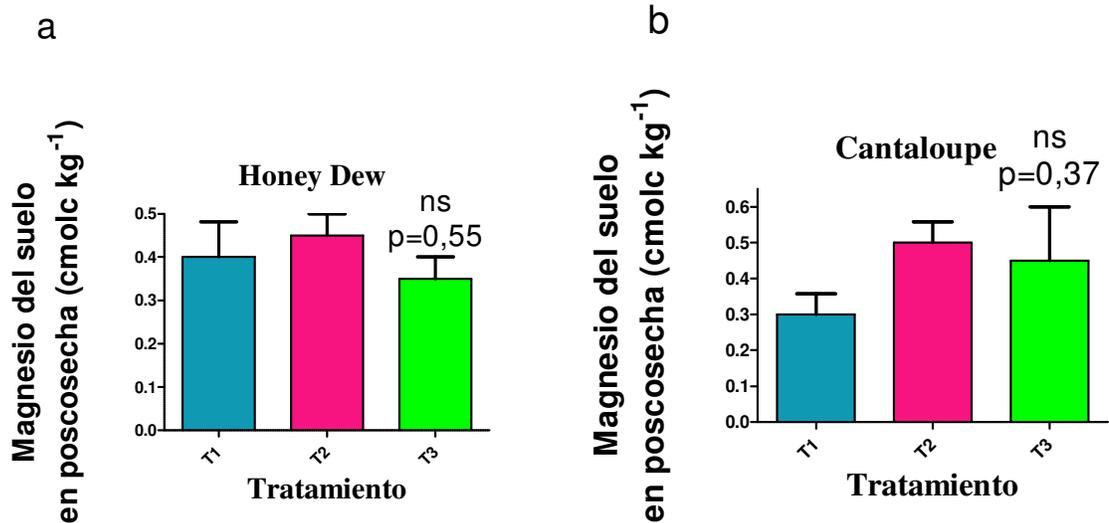


Figura 4.31. Contenido de magnesio del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

4.3.12. Potasio del suelo en poscosecha

No se encontraron evidencias de interacción ($p=0,83$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre el potasio del suelo. Tampoco se encontraron efectos de las cultivares sobre el contenido de potasio del suelo en poscosecha (Figura 4.32).

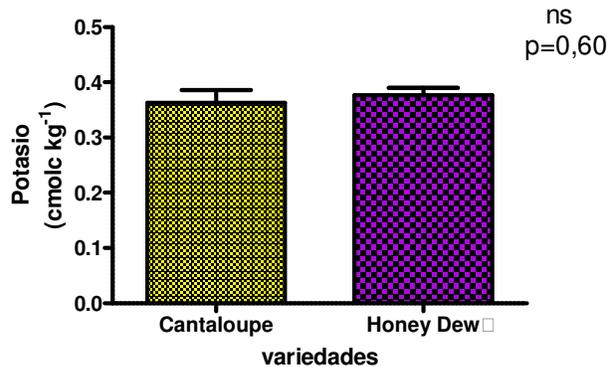


Figura 4.32. Contenido de potasio del suelo durante la poscosecha para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

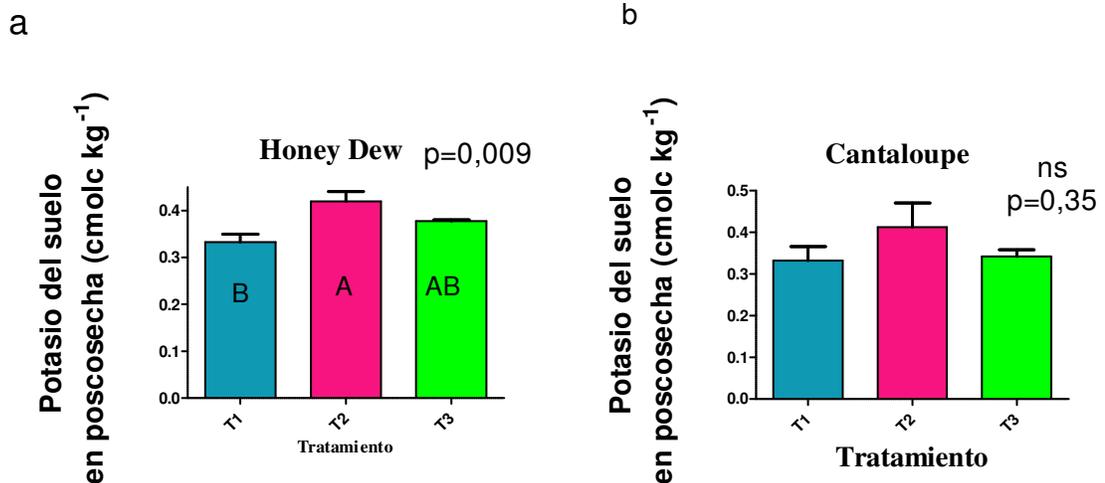


Figura 4.33. Contenido de potasio del suelo durante la poscosecha para los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error

estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, ns indica ausencia de diferencias significativas ($p > 0,05$).

El análisis de varianza mostró que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de potasio del suelo en poscosecha entre los tratamientos de fertilización en el cultivar Honey Dew, presentando el tratamiento T2 mayor valor de potasio del suelo en poscosecha, siendo este tratamiento el de mayor contenido de potasio (Figura 4.33 (a)). En el cultivar Cantaloupe el tratamiento T2 también presentó los mayores niveles de K en poscosecha, aunque no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Figura 4.33 (b)).

4.3.13. *pH del suelo en poscosecha*

No se encontraron efectos de interacción ($p = 0,79$) entre los factores cultivares y tratamientos de fertilización sobre la acidez del suelo. Tampoco se encontraron efectos de los cultivares (Figura 4.34) sobre la acidez del suelo.

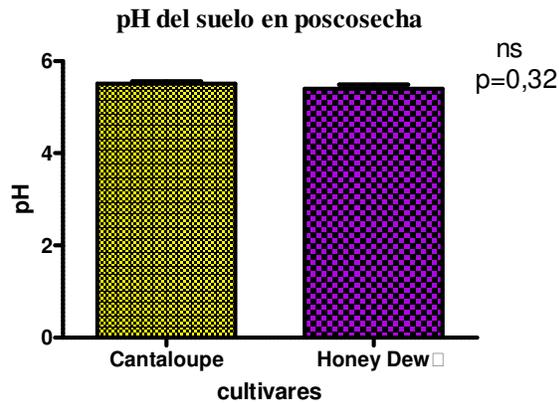


Figura 4.34. pH del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

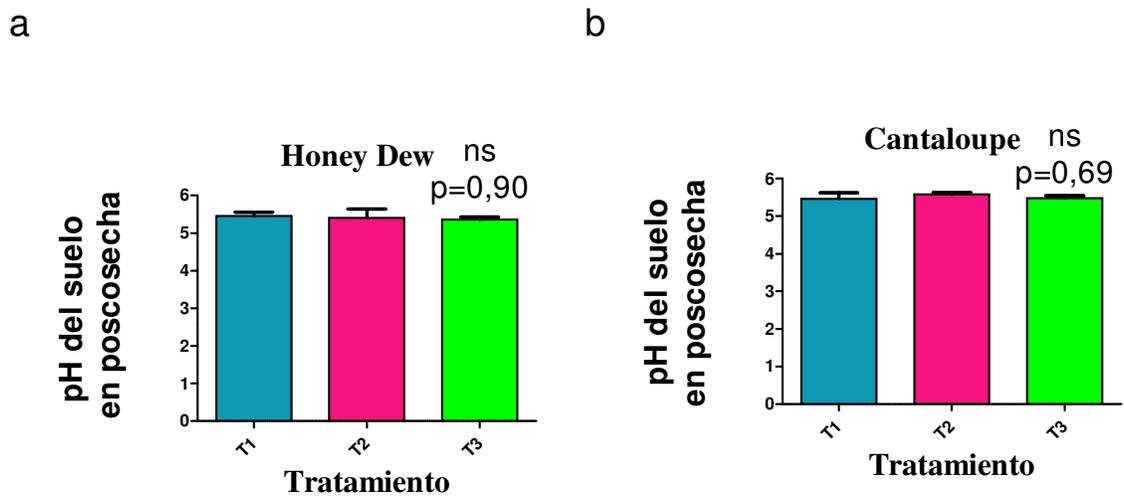


Figura 4.35. pH del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

En el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de pH del suelo en poscosecha entre los tratamientos de fertilización (Figura 4.35).

4.3.14. Conductividad eléctrica del suelo en poscosecha

No se encontraron evidencia de interacción ($p=0,65$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre la CE del suelo. Tampoco se encontraron efectos de las cultivares sobre la CE en poscosecha (Figura 4.36).

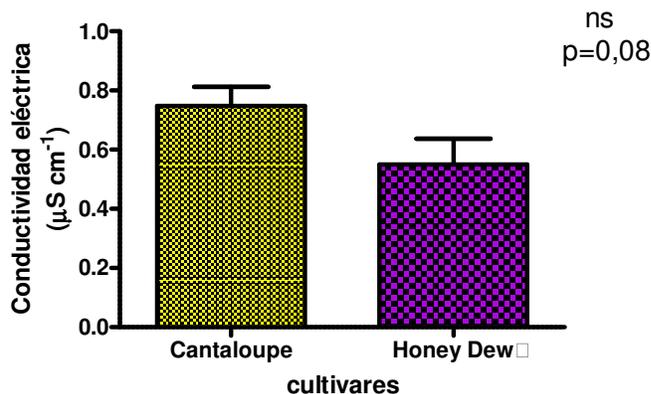


Figura 4.36. Conductividad eléctrica del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la conductividad eléctrica del suelo en poscosecha entre los tratamientos de fertilización (Figura 4.37).

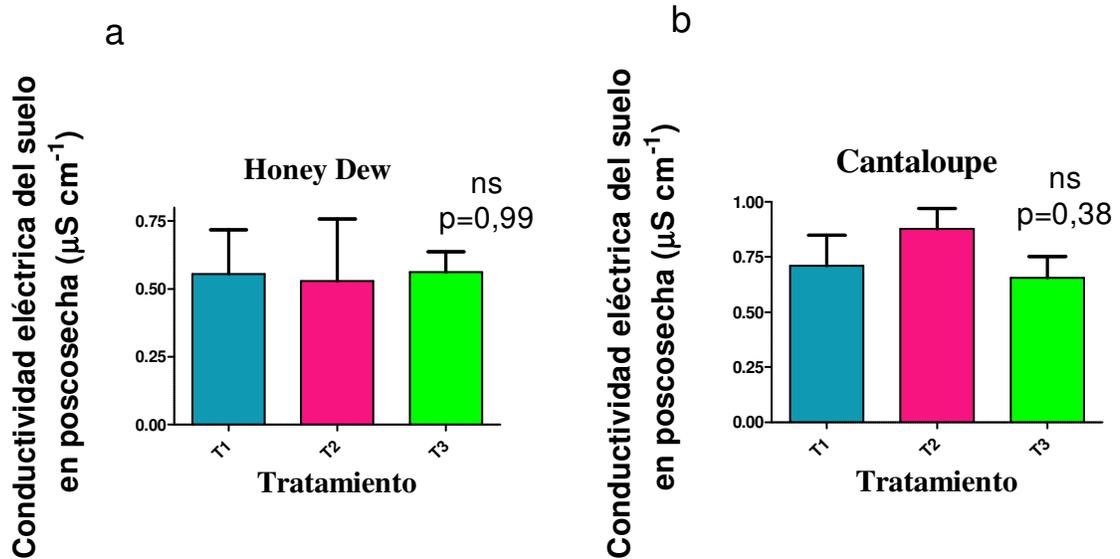


Figura 4.37. Conductividad eléctrica del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

4.3.15. Materia orgánica del suelo en poscosecha

No se encontraron efectos de interacción ($p=0,98$) entre los factores cultivares y fertilizaciones sobre la materia orgánica del suelo. Tampoco se encontraron efectos de las cultivares sobre el contenido de materia orgánica del suelo en poscosecha (Figura 4.38).

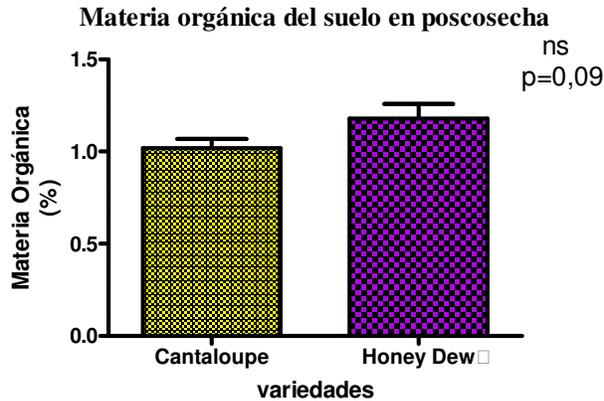


Figura 4.38. Contenido de materia orgánica suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

Aunque el tratamiento T3 presentó los menores contenidos de materia orgánica, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de materia orgánica del suelo en poscosecha entre los tratamientos de fertilización en ambos cultivares de melón (Figura 4.39).

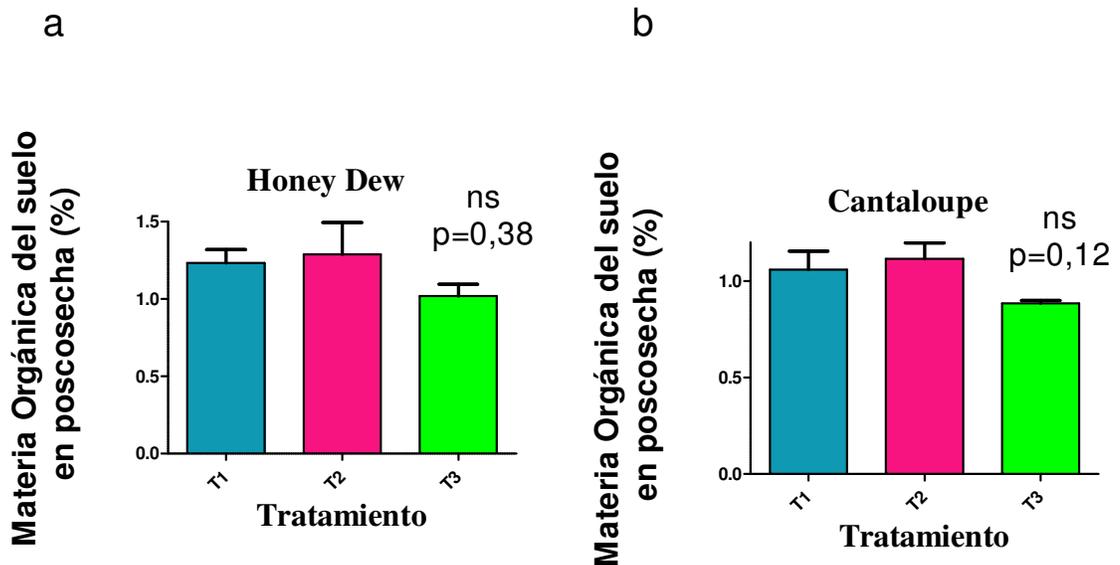


Figura 4.39. Contenido de materia orgánica del suelo durante la poscosecha para las parcelas ocupadas por los cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b) para los tratamientos de fertilización. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

4.4. Discusión

Inicialmente el valor de pH fue medianamente ácido, en todos los tratamientos de fertilización el pH se comportó de manera similar. Es decir las fuentes de fertilizantes utilizadas lo mantuvieron prácticamente constante entre los diferentes tratamientos de fertilización. Estas fuentes fueron el nitrato de calcio el cual presenta un índice salino de 61 y de alcalinidad de 21, el fosfato monoamónico el que posee un índice salino de 30 y de acidez de 55, el cloruro de potasio que tiene un índice salino de 116 y el nitrato de potasio que contiene un índice salino de 74 y índice de alcalinidad de 23 (Burt et al., 1998).

La CE tuvo un comportamiento variable. Aunque todos los fertilizantes aportan sales al suelo, la CE no se vio mayormente afectada, salvo en el tratamiento T2 (máxima dosis de KCl y K_2SO_4), encontrando un leve incremento en los valores de CE respecto al estado inicial. Sin embargo, los valores resultantes no alcanzaron el valor de 2 ds/m, que es el umbral crítico para la mayoría de las especies cultivadas.

La materia orgánica se encontró inicialmente en concentraciones bajas y el nitrógeno en concentración media. Estos valores prácticamente no variaron durante el ensayo debido a que la cantidad de nitrógeno aplicado fue constante, siendo el nitrógeno un elemento sumamente relacionado a la cantidad de materia orgánica del suelo. A su vez, los niveles totales de nitrógeno no se vieron afectados por la aplicación de diferentes dosis de potasio, por lo que puede inferirse que la disponibilidad de potasio no afecta en gran intensidad a la cantidad de nitrógeno edáfico en el corto plazo en las condiciones estudiadas. Aunque sin diferencias significativas, el nitrógeno disponible fue siempre mayor en el cultivar Honey Dew, lo cual implicaría que el cultivar Cantaloupe es más demandante en este elemento. Lamentablemente no existen reportes en la bibliografía que comparen las necesidades de nitrógeno de estas dos cultivares de melón. Por su parte Giletto et al., (2007) estudiaron el comportamiento con respecto al nitrógeno a nivel suelo bajo distintas disponibilidades de N en diferentes variedades de papa (Innovator, Russet Burbank, Bannock Russet y Gem Russet) y encontraron que la variedad Russet Burbank presentó mayor requerimiento de nitrógeno. Rico y Datta (1982) investigaron la absorción de nitrógeno en distintas variedades de arroz y encontraron que en la mayoría de las mismas, en sus últimas fases de desarrollo, el porcentaje de nitrógeno absorbido por la planta del fertilizante decreció, y el proveniente del suelo aumentó, patrón que fue más consistente a la cosecha. Estos datos indican que el nitrógeno del suelo fue tomado por la planta de arroz durante todo el período de crecimiento y sirvió como la fuente de nitrógeno más importante durante las últimas fases de desarrollo, en las cuales hubo muy poca absorción de nitrógeno proveniente del fertilizante.

El fósforo es un elemento cuya disponibilidad en los suelos suele limitar los rendimientos de los cultivos en la zona estudiada. Aunque sin diferencias significativas, el fósforo fue siempre mayor en el cultivar Honey Dew, lo cual haría suponer que el cultivar Cantaloupe es más demandante en este elemento. Tampoco en este caso existen reportes en

la bibliografía que comparen las necesidades de fósforos de estas dos cultivares de melón. En un estudio realizado por López et al., (2007) la absorción del fósforo por el suelo en cuatro variedades de sorgo, el mayor valor se encontró en el cultivar Ch VII, seguido de Ch III, Ismael, y DK-59 y por último al Criollo-26, lo que parece indicar que las dos primeras cultivares desarrollaron mecanismo para aprovechar el P-retenido en el suelo.

El muy escaso contenido de magnesio relacionado al calcio, que también fue aportado por la fertilización, durante la cosecha, probablemente incidió desfavorablemente en la nutrición magnésica de los cultivos manifestándose síntomas visuales de deficiencias en hojas cloróticas, lo cual concuerda con lo obtenido por Cabrera et al., (2007) en cultivo de tomate y pepino. Esta deficiencia parecería no estar relacionada con los tratamientos porque estas se observaron en todos los tratamientos por igual. Los tratamientos de fertilización no generaron efectos relevantes de cationes como el calcio y el magnesio.

Aunque sin diferencias significativas, los cationes básicos (Ca, Mg y K) fueron siempre mayores en los suelos donde creció el cultivar Cantaloupe. Esto podría indicar que el cultivar Honey Dew es más demandante en estos cationes. Tampoco en este caso existe bibliografía que comparen las necesidades de los cationes básicos de estas dos cultivares de melón. Por su parte Fernández et al., (2011) estudiaron la extracción y exportación de nutrientes en cultivares de papa: Ágata, Asterix, Atlantic, Markies y Mondial, encontrando que los cultivares Asterix y Mondial tuvieron mayor extracción en macronutrientes entre ellos los cationes básicos. Durante el crecimiento y maduración del fruto, la fertilización al suelo es a menudo insuficiente para satisfacer la demanda de potasio por el fruto, debido en parte a la pobre absorción de nutrientes por las raíces durante esta etapa. Esto se debe a la competencia por fotoasimilados entre frutos en desarrollo y órganos vegetativos, que finalmente podría limitar el crecimiento radicular y la absorción de nutrientes como el potasio (Ho, 1988). En suelos ricos en potasio no hay respuesta a aplicaciones foliares.

Con la dosis más altas queda un potasio residual no absorbido por el cultivo que refleja la dosis de potasio agregada y que se relaciona muy probablemente a la cantidad de potasio disponible durante el ciclo del cultivo, especialmente durante la fructificación, como puede desprenderse de las relaciones entre dosis, rendimiento y variables de calidad del melón se encontró que con el aumento del contenido de potasio del suelo en cosecha, relacionado directamente con la cantidad de potasio aportado por los fertilizantes se incrementaban algunas variables relacionadas con la calidad como: el tamaño medio de los frutos, el tamaño medio de la pulpa y los azúcares totales, azúcares reductores y no reductores en el cultivar Cantaloupe. Esto concuerda con lo encontrado por Molina (1992, 2006), en suelos ricos en potasio y con melones de distinto cultivares que los ensayados en este trabajo. Como consecuencia de los contenidos de potasio en cosecha y poscosecha relacionadas con variables ligadas a la producción del cultivo de melón, es lógico pensar que el contenido de potasio en cosecha en estos suelos, además de ser un indicador de la fertilidad potásica del cultivo subsiguiente, puede servir como indicador de la cantidad de potasio que estuvo disponible para el cultivo.

4.5. Conclusión

Los suelos de Bella Vista son pobres en nutrientes y bases de cambio, el agregado de fertilizantes por fertirriego con distintas relaciones nitrógeno/potasio no produjo cambios significativos en la mayoría de las propiedades ligadas a la fertilidad del suelo medidas.

La concentración de potasio presentó un aumento significativo en el suelo para el tratamiento de mayor contenido de potasio en cosecha y poscosecha en ambos cultivares de melón. En general, entre la dosis control o mínima, no se registraron diferencias. El potasio en cosecha estuvo relacionado con la cantidad y calidad del melón producido.

Las cultivares evaluadas parecieron diferir en las necesidades nutricionales de cada elemento. De los nutrientes agregados al suelo, el nitrógeno y el fósforo resultaron ser más demandados por el cultivar Cantaloupe. Los cationes básicos parecieron ser más requeridos por el cultivar Honey Dew.

Como consecuencia de los contenidos de potasio en cosecha y poscosecha relacionados con la producción del cultivo de melón, es lógico pensar que el contenido de potasio en cosecha en estos suelos, además de ser un indicador de la fertilidad potásica del cultivo subsiguiente, puede servir como indicador de la cantidad de potasio que estuvo disponible para el cultivo.

De los resultados se desprende la importancia del potasio agregado en la fertilización, el cual enriqueció al suelo permitiendo aumentos en la productividad y en la calidad del fruto producido.

Se acepta parcialmente la hipótesis de que los agregados de nitrógeno y potasio influyen fuertemente sobre la fertilidad de suelos pobres en nutrientes.

Capítulo 5. Susceptibilidad a *Fusarium semitectum* en frutos de melón sometidos a distintas relaciones N/K en el fertirriego.

5.1. Introducción

El cultivo de melón (*Cucumis melo* L) es afectado frecuentemente por hongos patógenos que pueden afectar raíz, tallos, hojas y/o frutos. El grado de ataque por parte de hongos está influenciado por una serie de factores: ambientales (humedad relativa y temperatura), de manejo del cultivo (nutrición, riego, entre otros), tejido vegetal (estado fenológico y presencia de heridas) y el hongo patógeno (calidad y cantidad de inóculo). Para minimizar el impacto del mismo se debe mantener en las mejores condiciones la cutícula y la epidermis del fruto, pues son las barreras de penetración de los hongos que afectan a los frutos. Además de los patógenos que afectan el cultivo también son importante los que actúan postcosecha.

El cultivo de melón es atacado frecuentemente por patógenos de la especie *Fusarium*. Una primera condición en estudios epidemiológicos o de poblaciones, es la correcta identificación del patógeno aislado. Para identificar especies del género *Fusarium* se han propuesto diferentes sistemas taxonómicos, los cuales se basan principalmente en caracteres morfológicos, tales como tamaño y forma de macroconidios; tamaño, presencia o ausencia de microconidios; formación de clamidosporas y estructura de conidióforos. (Nelson, 1991; Windels, 1992).

La forma y tamaño de las esporas es la característica principal para la identificación de las especies de *Fusarium*. Las esporas están dispersas en el micelio aéreo o en esporodoquios o masas limosas (pionotos). Los macroconidios son curvados, pluriseptados, con una célula apical más o menos puntiaguda y en muchas especies con una célula basal en forma de pie. Los microconidios son comúnmente unicelulares, elipsoidales, fusiformes, claviformes, piriformes o subglobosos, similares en ancho a los macroconidios, con una base redondeada o truncada, por lo general formando cabezuelas mucosas, pero en algunas especies en cadenas basípetas. No siempre son producidos ambos tipos de esporas. Los conidióforos del micelio aéreo en algunos casos sólo constan de una célula conidiógena, en otros están ramificados, a veces en verticilos. Las monofiálides producen conidios desde una sola abertura y en las polifiálides surgen las esporas desde más de una abertura en la misma célula (Booth, 1971). La presencia de una célula basal con forma de pie en los macroconidios se considera característica de *Fusarium* pero varios géneros de Coelomycetes también la tienen. A su vez unas pocas especies de *Fusarium* presentan conidios pluriseptados sin esa célula basal y se los llama mesoconidios (Seifert, 2001). Algunas especies presentan clamidosporas terminales, laterales o intercalares, a veces formando cadenas. Las células conidiales ocasionalmente se transforman en clamidosporas. Algunas especies forman esclerocios irregulares, de color beige, ocre, pardo o gris oscuro.

Las colonias de los distintos *Fusarium* que crecen moderada a profusamente, tienen diversos colores (blanco, rosado pálido, rojo, anaranjado, púrpura, celeste, verde aceituna o pardo), especialmente en el reverso de la colonia, excepto pardo oscuro o negro. El micelio es ralo o denso, ya sea algodonoso, como un fieltro o con una zona central de funículos, pero en algunos casos es limoso. Hay *Fusarium* con pionotos de color anaranjado. Los pigmentos que difunden en el agar suelen variar de color o tono con el pH. Algunas especies presentan zonas concéntricas de distinta morfología macroscópica debido a la secuencia luz - oscuridad (Seifert, 2001).

Los conceptos de especies fúngicas están basados en la morfología, los experimentos de cruzamiento, estudios moleculares o en la integración de dos o tres de estas características (Yli-Mattila et al, 2002). Aunque los macroconidios son considerados típicos de *Fusarium*, hay otros géneros que forman esporas parecidas, con célula pie o sin ella. Pero la mayoría de estos hongos producen conidiomas de tipo acervular, estromático o picnidial mientras los *Fusarium* presentan esporodoquios. Por otra parte, si los *Fusarium* no producen macroconidios pueden ser confundidos con otros géneros (Carrillo L, 2003).

Uno de los patógenos de fruto es el *Fusarium semitectum* Berk. & Rav que causa una enfermedad de poscosecha y produce depreciación del producto e impide en muchos casos su comercialización. El hongo *Fusarium semitectum* produce lesiones internas pardas, la sección transversal de una lesión madura muestra una podredumbre seca, parda y esponjosa con halo blanco. Esta enfermedad poscosecha se caracteriza por grandes fisuras en el tejido epidérmico del fruto. La retícula en la superficie es típicamente agrandada o engordada y es de color marrón oscuro. Existe una clara delineación entre el tejido enfermo y el sano.

En general, plantas que reciben una nutrición mineral adecuada con relaciones de elementos balanceadas, con suministro de cantidades apropiadas, tienen mayor capacidad de protegerse de nuevas infecciones y de limitar las existentes, sin embargo, aun la nutrición balanceada puede afectar el desarrollo de una enfermedad cuando la concentración de todos los nutrientes se incrementan o disminuyen más allá de cierto rango (Marschner, 2003). El manejo de la nutrición a través de la fertilización es entonces un control cultural importante en las enfermedades de las plantas y un componente integral de la producción agrícola (Huber, 1989; Fageria et al., 1997).

Los nutrientes importantes en la sanidad son el nitrógeno, potasio y calcio. El nitrógeno es esencial debido a su limitada disponibilidad en el suelo y a su efecto en el tamaño y grosor de la pared celular. La compleja relación de la nutrición del potasio con las funciones metabólicas y el crecimiento, así como su interrelación con otros nutrientes dentro de la planta y el suelo, permiten al potasio modificar la resistencia o susceptibilidad a las enfermedades. El potasio probablemente ejerza un gran efecto sobre la enfermedad, a través de una función metabólica específica que altera la compatibilidad de la relación ambiental parásito-hospedante (Huber y Arny, 1985). El calcio actúa como mensajero secundario en la transmisión de las señales intracelulares (Krebs, 1995), pudiendo facilitar la dinámica de la señal de defensa (Rojas y Patiño, 2001).

Entre los factores de origen fúngico que limitan la conservación del melón en almacenamiento se citan podredumbres, como aquellas en las que intervienen especies del género *Fusarium* como *Fusarium semitectum*.

En este estudio se evaluó la susceptibilidad al *Fusarium semitectum* de frutos maduros de melón mediante inoculación con la técnica de pin-prick (Almeida et al., 2001). Se estudiaron cultivares de melón tipo Cantaloupe 'Primo' y Honey Dew 'Silver World' provenientes de diferentes tratamientos de fertilización con distintas relaciones nitrógeno/potasio. El objetivo de este capítulo es evaluar el efecto de distintas relaciones N/K sobre la susceptibilidad al ataque de un hongo patógeno común (*Fusarium Semitectum*) en dos cultivares de melón.

5.2. Materiales y métodos

5.2.1. Caracterización del ensayo

La metodología del experimento en invernadero se encuentra descrita en el capítulo Metodología general. Para esta etapa del estudio se procedió de la siguiente manera: en el momento de la madurez comercial, indicado por el desprendimiento del pedúnculo, color y aroma, se recolectaron dos frutos por cada tratamiento y cada repetición. Se obtuvieron 48 frutos para los experimentos de inoculación. Se mantuvieron en período de poscosecha durante 7 días.

5.2.2. Obtención de la cepa de *Fusarium semitectum*

Para determinar los agentes causales de las podredumbres poscosecha en frutos de melón en los mercados de Corrientes se recorrieron los locales de venta y se muestrearon frutos que presentaban podredumbres, se describió cada síntoma y se hicieron aislamientos en el laboratorio en medios de cultivo para hongos. Los síntomas más frecuentes presentaban como signo un micelio aéreo, blanco y algodonoso. Se pasaron mediante aislamientos directos a aislamientos cajas de Petri con agar papa glucosado (APG). Se obtuvieron colonias de *Fusarium sp.* que, luego de desarrollarlas, se inocularon en frutos maduros de melón cv. Honey Dew mediante la técnica de aplicar el micelio en una lesión realizada con aguja histológica. Los frutos inoculados se mantuvieron en bandejas plásticas a temperatura ambiente y luego de dos semanas se observaron los síntomas para comprobar si coincidían con los de origen y confirmar la patogenicidad del hongo inoculado. Se hicieron reaislamientos a partir de los síntomas desarrollados para cumplir con los Postulados de Koch. Mediante el análisis de las características morfobiométricas y culturales las cepas se identificaron como *Fusarium semitectum* Berk. & Rav. (sinónimos: *F. incarnatum*, *F. pallidroseum*), cuya característica más distintiva es la abundante producción de conidios rectos y fusiformes, que se forman en el micelio aéreo a partir de polifiálides. Estas blastosporas son consideradas esporas secas, fácilmente distribuidas por el viento, por lo que se consideran también un patógeno aéreo. Las clamidosporas eran abundantes y de rápida formación.

5.2.3. Medio de cultivo y preparación del inóculo

La cepa del hongo *Fusarium semitectum* seleccionada a partir del procedimiento de aislamiento se conservó en cajas de Petri con medio de cultivo APG a temperatura ambiente.

Para la preparación del inóculo el hongo fue repicado en medio APG y mantenido en estufa de cultivo a 28° C para obtener crecimiento y preparar el inóculo.

A partir de un cultivo joven (dos semanas) del hongo en las cajas se preparó el inóculo mediante la obtención de una suspensión del micelio (con presencia visible de esporulación) en agua de canilla estéril. Se cuantificó la cantidad de esporas utilizando una cámara de Neubauer (para recuento de esporas) en microscopio óptico. Se preparó una suspensión con una concentración de $2,5 \cdot 10^5$ esporas mL^{-1} de agua mediante diluciones adecuadas de la suspensión original.

5.2.4. Inoculación de frutos

Los frutos comercialmente maduros fueron cosechados y lavados con agua de canilla estéril. Para la inoculación se utilizó el método típico de pin-prick mencionado también por Almeida et al. (2001). En este método se realizan heridas puntuales con aguja histológica estéril seguido por aplicación del inóculo mediante hisopado (impregnado de la suspensión del hongo). En cada fruto se realizaron tres heridas o puntazos con la aguja. El hisopo de algodón esterilizado y empapado con la suspensión del inóculo cuantificado como de una concentración de $2,5 \cdot 10^5$ esporas mL^{-1} se frotó suavemente en la zona de los pinchazos de la aguja para obtener el contacto entre el hongo y la superficie de cada fruto.

Una vez inoculados se colocaron los frutos en bandejas plásticas en condiciones de temperatura y humedad controlada.

Para cuantificar los resultados durante una semana se observó la aparición y formación de micelio, al sexto día se midió el grado de avance del hongo mediante la medición del diámetro de la lesión húmeda y con micelio y a los siete días se cortó el fruto en el lugar inoculado y se midió la profundidad del síntoma o zona de pudrición.

5.3. Resultados

5.3.1. Pruebas de patogenicidad de las cepas obtenidas

En los distintos estudios se obtuvo reproducción de síntomas en la inoculación de las cepas obtenidas que resultaron patogénicas y causante de podredumbre poscosecha. Se describió a la especie más frecuente como el hongo patógeno *Fusarium semitectum*.

5.3.2. Diámetro de la zona afectada luego de la inoculación

Al observar los datos obtenidos no se encontró interacción ($p=0,80$) entre los factores cultivares y fertilizaciones. Se registraron efectos de los cultivares (Figura 5.1) sobre el diámetro de la zona afectada.

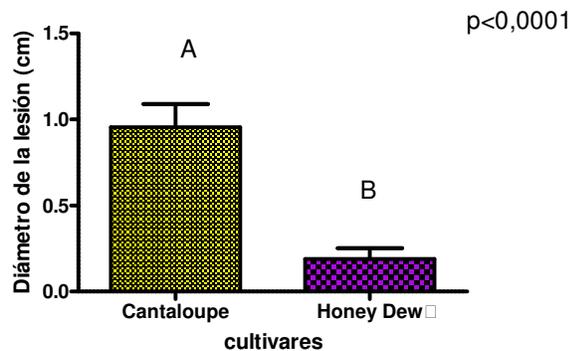


Figura 5.1. Diámetro de la lesión para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares.

El análisis de varianza mostró que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de fertilización, tanto en el cultivar Honey Dew ($p = 0,55$, Figura 5.2 (a)) como en el cultivar Cantaloupe ($p = 0,97$, Figura 5.2 (b)).

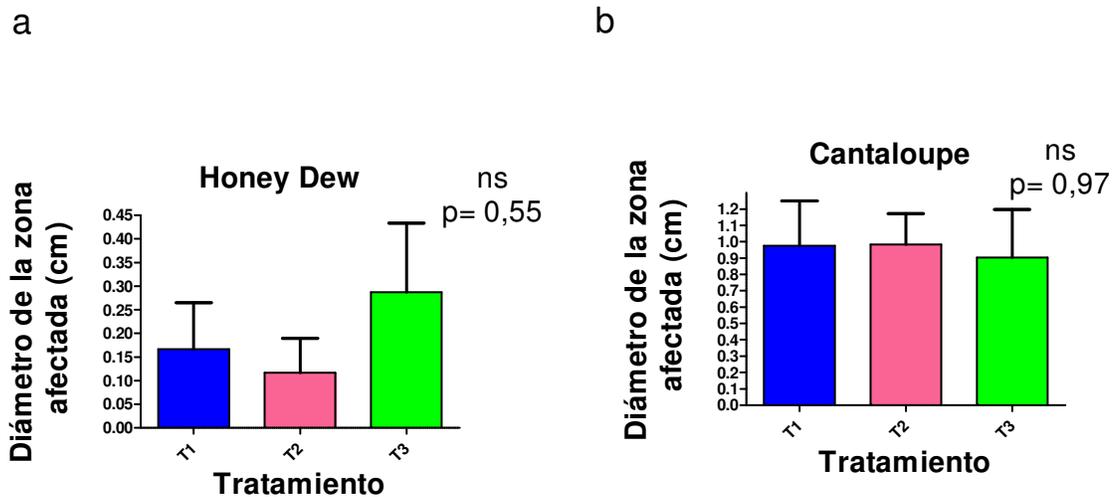


Figura 5.2. Diámetro de la zona afectada para los tratamientos de fertilización aplicados al cultivo de melón cultivares Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

5.3.3. Profundidad de la zona afectada

No se encontró interacción ($p = 0,72$) entre los factores cultivares y tratamientos de fertilización. Se registraron efectos de los cultivares (Figura 5.3) sobre la profundidad de la zona afectada.

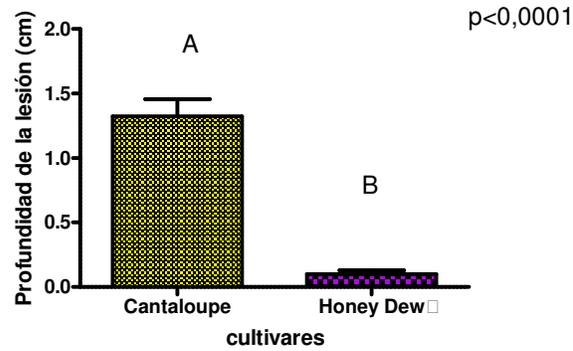


Figura 5.3. Profundidad de la zona afectada para los cultivares Cantaloupe y Honey Dew. Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media. Las letras diferentes significan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre cultivares.

El análisis de varianza mostró que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, tanto en el cultivar Honey Dew ($p = 0,68$, Figura 5.4 (a)), como en el cultivar Cantaloupe ($p = 0,81$, Figura 5.4 (b)).

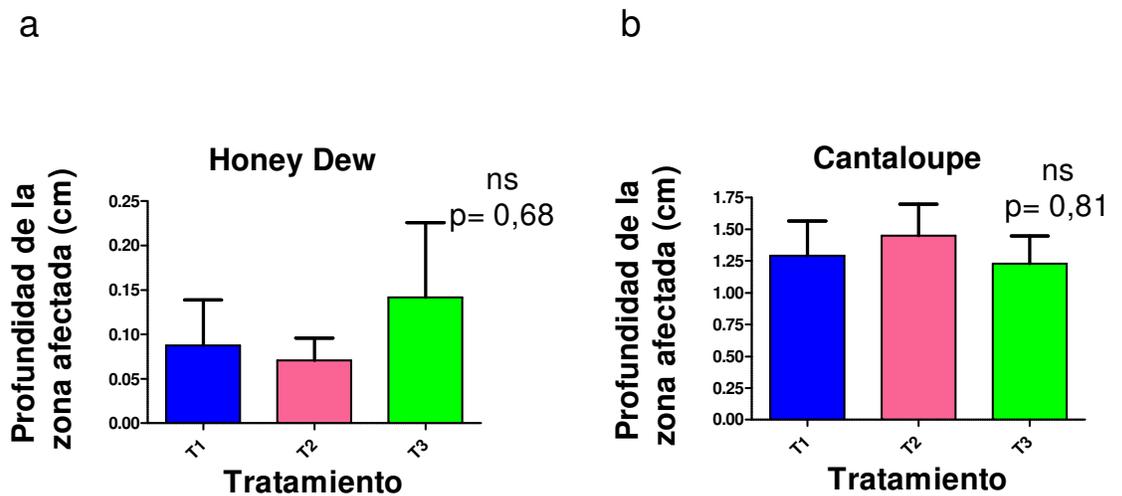


Figura 5.4. Profundidad de la zona afectada para los tratamientos de fertilización aplicados al cultivo de melón cultivar Honey Dew (a) y Cantaloupe (b). Las barras grandes representan el promedio de las 4 repeticiones y las barras chicas representan el error estándar de la media, ns significa ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

5.3.4. Lesiones producidas

A continuación se presenta tablas con la profundidad de la zona afectada (cm) y el diámetro de la zona afectada (cm) para los 4 bloques y 3 tratamientos para el cultivar Cantaloupe y Honey Dew, siendo los bloques posicionados de la misma forma que en el invernadero, esto se realizó en poscosecha durante los meses de octubre y noviembre de 2009, en condiciones climáticas primaverales con altas temperaturas, con temperaturas medias de 27 °C y 75 % de humedad relativa media, condiciones desfavorables debido a lluvias, alcanzando el mes de noviembre una precipitación mensual de 375,5 mm y obteniéndose una humedad relativa del 90%.

Tabla 5.1. Profundidad, diámetro y desviación estándar de las zonas afectadas para los frutos de melón Cantaloupe para los distintos bloques y tratamientos.

Cantaloupe	Profundidad de la zona afectada	Desviación estándar del bloque	Diámetro de la zona afectada	Desviación estándar del bloque
B1T1	0,8	0,57	0,9	0,15
B1T2	1,9		1	
B1T3	1,1		0,7	
B2T1	1,1	0,35	0,2	0,23
B2T2	1,4		0,6	
B2T3	0,7		0,2	
B3T1	1,3	0,5	1,3	0,36
B3T2	0,8		0,8	
B3T3	1,8		1,5	
B4T1	2,1	0,35	1,5	0,17
B4T2	1,7		1,5	
B4T3	1,4		1,2	

Tabla 5.2. Profundidad y diámetro de las zonas afectadas para los frutos de melón Honey Dew para los distintos bloques y tratamientos.

Honey Dew	Profundidad de la zona afectada	Desviación estándar del bloque	Diámetro de la zona afectada	Desviación estándar del bloque
B1 T1	0,2	0,11	0,4	0,35
B1T2	0		0	
B1T3	0,2		0,7	
B2T1	0	0,06	0	0,11

B2T2	0,1		0,2	
B2T3	0		0	
B3T1	0	0,06	0	0,23
B3T2	0,1		0	
B3T3	0		0,4	
B4T1	0,2	0,1	0,3	0,11
B4T2	0,1		0,3	
B4T3	0,3		0,1	

Se observan en las Tablas 5.1 y 5.2 la mayor resistencia del cultivar Honey Dew tanto en la profundidad de la lesión como en el diámetro de la zona afectada. Como puede verse en la Tabla 5.2, algunos melones de este cultivar como por ejemplo los del bloque y tratamiento B1T2, no mostraron incidencia del *Fusarium* inoculado. Por el contrario, el cultivar Cantaloupe sufrió lesiones de mayores dimensiones no registrándose diferencias entre tratamientos de fertilización ni frutos que resistan la infección.

5.4. Discusión

5.4.1. Aislamiento

La identificación del *Fusarium semitectum* aislado a través del análisis taxonómico en base a caracteres morfológicos y patogénicos coincide con los resultados obtenidos por Riberos et. al., (2001).

Las pruebas de patogenicidad que se realizaron demostraron que la cepa inoculada presentó la capacidad de reproducir los síntomas de podredumbre en frutos sanos de melón. Se comprobó que el proceso patológico se inicia y progresa cuando existe una lesión en el fruto.

5.4.2. Diámetro y profundidad de las zonas afectadas

Las condiciones climáticas de elevada humedad relativa y temperatura pudieron favorecer la incidencia del *Fusarium*, por lo cual esto pudo afectar a los tratamientos nutricionales, en los cuales se encontró que las fertilizaciones no influyeron en las variables de sanidad medidas para ambos cultivares. En el caso del Honey Dew el tratamiento 3, que es el tratamiento de menor contenido de potasio, fue el que presentó mayor diámetro y profundidad de la zona afectada, con una gran variabilidad que no permitió encontrar diferencias estadísticamente significativas. Por el contrario, para ciertos bloques y tratamientos de esta cultivar no se evidenciaron síntomas de lesiones por parte del patógeno.

El resultado del ensayo no mostró evidencia acerca del incremento de la resistencia a enfermedad con relación a los nutrientes como expone Huber (1998), así como la virulencia y la capacidad de los patógenos para sobrevivir; Arden y MacNab (1986) encontraron que las enfermedades se ven favorecidas en frutos de melón por altos niveles de nitrógeno, bajos en calcio y potasio; en este trabajo a bajas dosis de K la infección fue mayor aunque no significativa. Según Padilla et al., (2006), la aplicación de biofertilizantes

por parte de los productores en respuesta a la incidencia reiterada de distintos patógenos llevó a una disminución drástica de las afecciones de los mismos sobre los frutos. Pérez Zamora et al., (2004) reportaron que en condiciones favorables al desarrollo de *Fusarium* hay una escasa o nula respuesta a la fertilización nitrogenada, aunque en este trabajo se aplicaron bajas dosis de este elemento.

El cultivar Honey Dew presentó menor grosor de la cáscara lo cual llevaría a pensar que sería más susceptible a daños por patógenos en poscosecha, sin embargo este fue más resistente que el cultivar Cantaloupe, debido a que el cultivar Honey Dew presentó mayor resistencia a la presión, tal como se describe en el capítulo de propiedades físico químicas.

No se observó en este trabajo una incidencia significativa de la variación en la resistencia a enfermedades como presenta Molina (2006) con el agregado de potasio. Según este último el aumento en la resistencia es debido al incremento del grosor de las paredes celulares por el agregado de potasio al cultivo de melón. No se encontraron en este trabajo relaciones entre el diámetro y profundidad de la zona afectada y el peso por fruto con el contenido de potasio en ambos cultivares de melón.

5.5. Conclusión.

La cepa de *Fusarium semitectum* fue capaz de reproducir síntomas de podredumbre en los frutos inoculados con este género. El cultivar Honey Dew mostró una mayor resistencia a las lesiones que el cultivar Cantaloupe, siendo las dimensiones de las lesiones menores en todos los casos. De hecho, en algunos frutos de Honey Dew no se encontraron evidencias de daños ocasionados por el patógeno.

Con respecto al grosor de la cáscara de los frutos, el cultivar Cantaloupe presentó valores superiores a los de Honey Dew. Aún teniendo cáscara más gruesa, los frutos de Cantaloupe presentaron menor resistencia a la presión, lo cual podría explicar su menor resistencia al patógeno. Esto puede deberse al estado de madurez de los frutos, con lo que se concluye que es importante recolectar el fruto en su estado de madurez fisiológica óptima. Este cultivar está siendo cultivado en la zona sólo recientemente y se desconocen aún las más óptimas condiciones de cosecha.

En cuanto a los distintos tratamientos de fertilización, no se encontraron evidencias de que hayan afectado de manera significativa la resistencia al patógeno.

En las condiciones estudiadas la sensibilidad al patógeno no dependió del agregado de K pudiendo deberse a otras condiciones ambientales, como las registradas durante el ensayo debido a humedad relativa y temperaturas altas ó causas genéticas.

Debido a estos resultados, se rechaza la hipótesis de que la resistencia a patógenos de poscosecha aumenta ante una mayor nutrición potásica en las condiciones del estudio.

Para prolongar el período de almacenamiento y prevenir la proliferación del patógeno es recomendable cosechar frutos que hayan alcanzado su madurez fisiológica y manipular los mismos de forma de reducir al mínimo los daños mecánicos. A su vez esto aplica para el medio de empaque de forma que los frutos no se lesionen y se permita una buena ventilación alrededor de los mismos.

Ante los resultados obtenidos, y al ser los suelos de la zona pobres en nutrientes, se propone para trabajos futuros realizar un ensayo que podría consistir en variar también las dosis de nitrógeno y calcio, debido a que según algunos autores estos elementos pueden tener una incidencia importante, incluso mayor a la del K, sobre la resistencia al patógeno en los frutos.

Capítulo 6. Consideraciones finales

En la presente tesis se utilizaron dos cultivares de melón Honey Dew 'Silver World' y Cantaloupe 'Primo', cultivados bajo fertirriego en cultivo protegido sometidos a distintas dosis de nitrógeno/potasio, con el objetivo de evaluar las variaciones en los variables de calidad del fruto mediante el análisis de las propiedades físico químicas, la producción, sanidad de los frutos y los efectos sobre el suelo, en suelos pobres en nutrientes y bases de cambio como lo son los de Bella Vista, Corrientes.

En la última década hubo un incremento en la demanda del cultivo de melón, que por falta de conocimientos de variables de calidad, entre otros factores Argentina no ha podido aprovechar. Es necesario conocer el impacto agrícola sobre el suelo y el cultivo, para que el productor pueda mejorar la producción y así competir tanto en el mercado interno como internacional. Para evaluar las variables de producción y calidad se midió el rendimiento por unidad de superficie el cual resultó ser mayor en el tratamiento de mayor contenido de potasio, en ambos cultivares de melón, siendo el cultivar Honey Dew el que presentó mayor rendimiento por el agregado de potasio. Esto demuestra que además del rol relevante del potasio como elemento de calidad lo cual está respaldado por la bibliografía, también cumple un rol muy importante en variables ligadas a la cantidad de fruto producido como lo es el rendimiento. El peso promedio estuvo correlacionado con el diámetro medio de los frutos y el grosor de la pulpa de los frutos. Por lo tanto, se desprende que los frutos fueron más pesados y grandes al tener mayor diámetro y grosor de pulpa.

Además se evaluaron numerosas variables relacionados a la calidad de los frutos, se analizó a través de variables físicos y químicos los diámetros ecuatorial y polar, contenidos de sólidos solubles totales (°Brix), el grosor de la pulpa y azúcares totales, reductores y no reductores, es importante destacar que el azúcar medido por método espectrofotométrico se correlacionó con los sólidos solubles totales siendo la relación más fuerte en el cultivar Cantaloupe, el bajo grado de relación en Honey Dew puede deberse a que los sólidos solubles además de contener azúcares presentan otros sólidos en suspensión, quedando demostrado que la medición por método físico como lo es el refractómetro es un forma sencilla y eficaz de conocer el azúcar del fruto; sin embargo la medición por espectrofotómetro es un método más sensible y exacto. Las variables antes mencionadas presentaron mejores resultados en el tratamiento de mayor contenido de potasio. Estos resultados fueron los esperados, dado que las variables respondieron al potasio aplicado, ya que el mismo es un elemento clave de la calidad, debido a que cumple roles muy importantes en la fotosíntesis, en el mecanismo oxidativo de la planta, en el transporte de asimilados a través del floema, en el transporte de sacarosa desde la hojas al fruto mediante el floema y en la presión osmótica incrementándola y haciendo los tejidos más turgentes. Los resultados obtenidos confirman el rol relevante del potasio en la calidad de los frutos, lo que fue comprobado por otros autores, en otros suelos y en otros cultivos.

La resistencia a la presión, el grosor de la cáscara, la longitud de la cavidad central ecuatorial, el contenido de nitrato en fruto y el color de pulpa y cáscara y pH, presentaron un comportamiento variable no pudiéndose relacionar con otras propiedades físico químicas, no difirieron entre las dosis de potasio aplicado, aún cuando se esperaba que respondieran positivamente al tratamiento de mayor contenido de potasio. Estas respuestas pueden deberse a que las propiedades antes mencionadas no se ven influenciadas por el potasio ó la forma de aplicación no fue la adecuada pudiendo ser otra alternativa la

aplicación suplementaria foliar de potasio. Por lo tanto se acepta parcialmente la hipótesis de que el potasio incrementa la calidad del cultivo, ya que algunas variables de calidad no se vieron afectadas. Sería importante aplicar potasio por vía foliar, ya que como en trabajos previos se ha observado que el lugar de aplicación puede ser muy importante en las respuestas del cultivo.

Para conocer los efectos sobre la fertilidad de suelo se realizaron análisis de suelos en cosecha y poscosecha. La concentración de potasio presentó un aumento significativo en el suelo para el tratamiento de mayor contenido de potasio en cosecha y poscosecha en ambos cultivares de melón. En general, entre la dosis estándar o mínima, no se registraron diferencias relevantes en los suelos cultivados con ambos cultivares de melón. Como consecuencia de los contenidos de potasio en cosecha y poscosecha relacionados con las variables ligadas a la producción del cultivo de melón, es lógico pensar que el contenido de potasio en cosecha en estos suelos, además de ser un indicador de la fertilidad potásica del cultivo subsiguiente, puede servir como indicador de la cantidad de potasio que estuvo disponible para el cultivo, especialmente durante la fructificación. Además el potasio edáfico a la cosecha estuvo relacionado con variables de calidad como el tamaño medio de los frutos y el grosor de la pulpa en ambos cultivares de melón, en cambio los azúcares totales, azúcares no reductores y reductores solo se relacionaron con el potasio edáfico en cosecha en el cultivar Cantaloupe.

El agregado de fertilizantes por fertirriego con distintas relaciones nitrógeno/potasio no produjo cambios significativos en la mayoría de las propiedades ligadas a la fertilidad del suelo medidas, como el nitrógeno ya que este se aplicó en cantidades constantes, materia orgánica, fósforo, bases de cambio, pH, entre otras. Estos resultados que indican que no se alteró la fertilidad del suelo, debido a que el aporte de nutriente fue escaso, en el cual el cultivo aprovechó los nutrientes agregados al suelo para su crecimiento y desarrollo, y no dejó enriquecido el suelo con los nutrientes para el cultivo subsiguiente exceptuando al potasio residual. Este hecho sumado a las relaciones significativas entre los contenidos de potasio del suelo y algunas variables relacionadas a la calidad y producción del cultivo de melón, sugiere que el efecto de la fertilización se dio fundamentalmente a través de cambios en la disponibilidad de potasio y no a cambios en la disponibilidad de otros elementos o en las condiciones de crecimientos como el pH o la CE.

Los elementos nitrógeno y fósforo parecieron ser más demandados por el cultivar Cantaloupe que por Honey Dew. Las bases de cambio por su parte fueron más requeridas por el cultivar Honey Dew. Esta información encontrada resulta valiosa porque no se encuentra evidencia documentada del tema, por lo cual sería interesante realizar ensayos más específicos para corroborar los resultados ya que la dinámica de asimilación de nutrientes puede ser diferente de acuerdo al genotipo de melón.

Para evaluar la sanidad del cultivo en laboratorio se procedió a la inoculación de frutos maduros de ambas cultivares de melón con un patógeno de poscosecha, el cual fue identificado previamente mediante pruebas morfológicas y patogénicas como *Fusarium semitectum* en melones recolectados del mercado local. El cultivar Honey Dew resultó ser más resistente a las lesiones generadas por el patógeno, no presentado efecto del patógeno en algunos bloques y tratamientos, debido probablemente a su mayor resistencia a la presión aunque no se detectaron diferencias significativas; en cambio el cultivar Cantaloupe

resultó ser menos resistente a la presión, lo cual pudo deberse a que esta cultivar se haya recolectado en un estado de madurez más tardía que la óptima, por lo cual se desprende que se debe recolectar el fruto en su estado de madurez óptima y es poco conveniente retrasar la cosecha. No se observó en este trabajo una incidencia significativa de la variación en la resistencia a enfermedades en función de la dosis de potasio, aunque se esperaba que el potasio incrementaría la resistencia a enfermedades ya que posee la propiedad de incrementar las paredes celulares, haciéndolas más resistente a plagas y enfermedades. Bajo las condiciones estudiadas, los diferentes programas de fertilización no tuvieron efecto en la resistencia a patógenos de poscosecha, por lo cual se rechaza la hipótesis de que la fertilización potásica hace más resistente al cultivo de melón a un patógeno de poscosecha. Nuevamente sería importante profundizar en el estudio de una mayor cantidad de dosis de potasio, bajo las mismas condiciones de suelo y cultivo, sobre la sanidad del cultivo de melón.

De esta tesis se desprende la importancia de la aplicación de potasio para mejorar la producción y calidad del cultivo de melón, aplicándolo como elemento clave en un buen plan de fertilización para suelos pobres en nutrientes y bases de cambio.

Se sugiere para trabajos posteriores:

- Aplicar suplementos de potasio por vía foliar ya que puede cubrir efectivamente la demanda de este nutriente, siendo importante el lugar de aplicación.
- Evaluar los efectos de la fertilización potásica en otros genotipos como melón tipo galia y piel de sapo.
- Ensayar incluyendo en el plan de fertilización otros nutrientes como fósforo el cual es vital para la producción, el nitrógeno y calcio importantes en la sanidad de melón y en el crecimiento del cultivo.

Bibliografía

- Albion Laboratorios. 2000. Calcium deficiencies and metalosate Calcium. Metalosate Plant Nutrition News. 1(3): 1-4.
- Amma, A.T.; Budde, C y Del Pardo, C.K. 2009. Efecto de la aplicación de dosis crecientes de potasio sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) cultivado en invernadero. Tomate Larga Vida.
- Almeida, R.P.P.; Pereira, E.F.; Purcell, A.H. y Lopes, J.R.S. 2001 Multiplication and movement of a citrus strain of *Xylella fastidiosa* within sweet orange. Plant Disease. 85: 382-386.
- Arden F. Sherf, Alan A. MacNab. 1986. Vegetable diseases and their control: 36.
- Bar Yosef, B. 1991. Fertilization under drip irrigation. (14): 285-330. En D. A. Palgrave (Ed.) Fluid Fertilizer Science and Technology. Marcel Dekker, Ink. New York.: 633.
- Berk & Ravenel, 1875. *Grevillea* 3 (27):109
- Booth C. 1971. The Genus *Fusarium*. CMI. Kew, Surrey: 19-31.
- Botella F y Nuez F. 1993. II Congreso Ibérico Ciencias Hortícolas. Tomo 2 Identificación cultivos “In vitro” Horticultura.: 1079-1084.
- Bouzo, C. 2004. Clasificación Botánica, Características Morfológicas, Bases Fisiológicas para la Producción en diferentes ambientes. Curso de actualización en Producción de Melón. EEA Santiago del Estero.
- Burt, C; O'Connor y Ruehr, T. 1998. Fertigación. Irrigation Training and Research Center. CPSU. San Luis Obispo CA: 295.
- Cabrera, A.; Arzuaga, J.; Mojena, M. 2007. Desbalance nutrimental del suelo y efecto sobre el rendimiento de tomate (*Lycopersicon solanum* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de cultivo protegido. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La Habana, Cuba. Cultivos tropicales. 28(3): 91-97.
- Calvo, C. 2003. El color en la industria de los alimentos. Química e Industria (QUIBAL): 37-40.
- Cantón Ramos, José Manuel; Galera García, Isabel; Martínez Martínez, Antonio. 2003. El Cultivo Protegido de Melón. Técnicas de producción en cultivos protegidos. 2: 589-648.
- Carrillo, L. 2003. Los hongos de los alimentos y forrajes y Microbiología Agrícola, texto de curso doctoral en Departamento de Ciencias Agrarias. Argentina: Universidad Nacional de Salta.
- Censo Agropecuario, INDEC 2002.

- Céspedes, M. 2001. Caracterización y evaluación agronómica de cuatro cultivares de melón reticulado (*Cucumis melo* var. *reticulatus*) y cuatro cultivares de melón inodoro (*Cucumis melo* var. *inodorus*). Tesis de pregrado. Universidad Santo Tomás. Chile: 85.
- Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. 2005. Pós-colheita de frutos hortalizas: fisiología e manuseio. 2. Ed. Lavras. UFLA: 785.
- Cortez, S. 2002. Hoja informativa INTA al servicio del productor. Serie Producción Agropecuaria, N° 5.
- Csizinsky, A.A; Maynard, D.N; Hochmuth, G.; Martin, F.G. 1987. Supplemental fertilization of cucurbits growing in full-bed polyethylene mulch culture. *Journal of Plant Nutrition*. 10(9/10): 1479-1488.
- Dekov, I; Velichkov D. 1992. Ultrastructural and functional changes in the chloroplasts of maize plants at various levels of potassium nutrition and water stress. *Plant Physiology*. 18: 3-9.
- Días, N; Duarte, S; De Medeiros, J. F y Navarro Vásquez, M. 2005. Calidad Post-Cosecha de frutos de melón producidos sobre diferentes niveles de salinidad del suelo y manejos de la fertirrigación en invernadero. *Ingeniería del agua*. 12(2).
- DMA. Dirección de mercado agroalimentarios. 2005. Perfil de mercado de melón, situación nacional. Gacetilla informativa del sector agroalimentario. www.a-campo.com.ar/espanol/fruticultura/fruticult.htm (Accedida el 20/09/12)
- Escobar, E.H; Ligier, H.D.; Melgar, R; Matteio, H. y O. Vallejos. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales. EEA Corrientes.: 432.
- FAO. 2005. Base de datos estadísticos de la FAO. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
- Faria E; Carrijo O; Moretti C. 2004. Comparative analysis of calcium sources in greenhouse “Galia” muskmelon. *Hortic. Bras.* 22 (3): 557-561.
- Fageria, N; Baligar, C y Jones, A. 1997. *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*. 2 nd ed. New York: Marcel Dekker.
- Fernandes, A, Soratto, R y Silva, B. 2011. Extracción y exportación de nutrientes en variedades de papa. I – macronutrientes. Nutrient extraction and exportation by potato cultivars: I - macronutrients. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* 35(6):2039-2056.
- Flores, J. 2010. Evaluación de genotipos de melón (*Cucumis melo* L.) bajo condiciones de campo en la comarca lagunera. Tesis Universidad Autónoma Agraria. “Antonio Narro”.
- Francis, F.J. y Clydesdale, F. M. *Food Colorimetry: Theory and Applications*. AVI Pub. Co., Inc. Westport, Conn. 1975.

- Fresno, M.; Rodríguez V.; Ruiz, M. E.; Álvarez, S. 2007. Comparación de pruebas instrumentales y visuales en la percepción del color de quesos ahumados. Archivos de Zootecnia. Universidad de Córdoba España Córdoba, España.56 (1): 699-704.
- Giletto, C; Rattin, J; Echeverría, H; Caldiz, D. 2007. Eficiencia de uso del nitrógeno en variedades de papa para industria cultivadas en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Ciencias del suelo. 25(1): 43-51.
- Guzmán, M. 2004. Población, agua, suelo y fertilizantes: el ferti-riego. Departamento de producción vegetal. Universidad de Almería. CYTED. Fertirriego: tecnologías y programación en agroplasticultura.:5-10.
- Jackson, M.L. 1964. Análisis químicos de los suelos. 2a ed. Editorial Omega, Barcelona, España: 666.
- Ho, LC. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugar in sink organs in relation to sink strength. Annual Review of Plant Physiology. 39: 355-378.
- Huber, D. M. y Arny. 1985. Interactions of potassium with plant disease. In: R.D. Munson (ed.). Potassium in agriculture. Madison, Wisconsin. USA: 467-488
- Huber, D.M; 1989 Soilborne plant pathogens: management of disease with macro and microelements. Pag. 1-8. In: Engelhard A.W (ed.).St. Paul, Minnesota, APS Press.
- Huber, D. M. 1998. Botany & Plant Pathology, Purdue University, West Lafayette, In: 47907, USA.
- Hunter, R.S.1975. The measurement of appearance. John Wiley y Sons.
- Hunter Lab. 2001. The basic of color perception and Measurement.
- Hutchings, J. 1994. Food color and appearance. Blakie Academic & Professional. London.
- Iglesias, N. 2005. Producción de hortalizas bajo cubierta. Boletín de divulgación técnica N°49. Centro Regional Patagonia Norte- Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. INTA.
- Jifon, J.L., Lester, G.E. 2009. Effects of foliar potassium fertilization on muskmelon fruit quality and yield [abstract]. HortScience. 44(3):566.
- Kader, A. y Mitchel.G. 1989. Maturity and quality. In: La Rue, J.H. and R.S. Johnson. (Eds) Peaches, plums and nectarines. Growing and Handling for Fresh Market. Cooperative Extension. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication. 3331: 191-196
- Krebs, J. 1995. Calcium biochemistry In Meyers, RA. Ed. Molecular biology and biotechnology New York, Wiley-VCH. 131-136
- Lester, G.E.; Jifon, J.L.; Rogers, G. 2005. Supplemental foliar potassium application to muskmelon (*Cucumis melo* L) during fruit growing improves quality and content of human

- wellness components. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 130(4): 649-653.
- López M; España, M y Toro, M. 2007. Eficiencia de absorción de fósforo en cultivares de sorgo de diferente tolerancia a la toxicidad de aluminio. 25(3): 205-218.
- Marschner, H. 2003. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd ed. Academic Press. London.
- Molina, E.; Salas, R.; Martínez, I.; Cabalceta, G.; Cabalceta, E. 1992. Fertilización potásica del cultivo del melón (*Cucumis melo* L cv Honey Dew) en Guanacaste, *Agronomía Costarricense* 16(1):107-113.
- Molina, E. 2006. Efecto de la nutrición mineral en la calidad del melón. *Informaciones Agronómicas* (63): 1-7.
- Molina, N. 2009. *Marketing Hortícola en la provincia de Corrientes*. Publicación Técnica N° 30, ISSN 1515-9299. EEA INTA Bella Vista, Corrientes.
- Morris, J y Cawthon, D. 1982. Effects of Irrigation, Fruit Load and Potassium Fertilization on Yield, Quality and Petiole Analysis of Concord (*Vitis labrusca* L.) Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 33 (3): 145-148.
- Nelson, P.E. 1991. History of *Fusarium* systematics. *Phytopathology* 81: 1045-1048.
- Nerson, H. 2002. Relationship between plant density and fruit and seed production in muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127(5):855-859
- Obreza T, 2003. Importancia del potasio en un programa de nutrición de cítricos. *Informaciones agronómicas* 52: 1-6.
- Opazo, J y Razeto, B, 2001. Efecto de diferentes fertilizantes potásicos en el contenido foliar de nutrientes, producción y calidad de la fruta de naranjo cv. valencia. *Agricultura técnica Chillan* 61(4).
- Padilla, E.; Esqueda, M.; Sánchez, A.; Troncoso, R. R. y Sánchez, A. 2006. Efecto de biofertilizantes en cultivo de melón con acolchado plástico. *Revista Fitotécnica*. México. 29(4):321-329.
- Pérez Zamora, O; Cigales Rivero, M; Orozco Santos, M; Pérez Castro, K. 2004. Tensión de humedad del suelo y fertilización nitrogenada en melón Cantaloupe. *Agrociencia* 38: 261-272.
- Prabhakar, J.; Srinivas, K.; Shukla, V. 1985. Yield and quality of muskmelon (cv. Hara Madhu) in relation to spacing and fertilization. *Progressive Horticulture*. 17 (1):51-55.
- Ribas, F; Cabello, MJ; Moreno, M.; Moreno, A y López-Bellido. 2003. Influencia del riego y la aplicación de potasio en la producción de melón (*Cucumis melo* L) II: Calidad. *Spanish journal of agricultural research*, ISSN 1695-971X, (1): 79-90.

- Riberos, F; Muñoz, G; Gonzalez, L; Rojas, L; Alvarez, M; Hinrichsen, P. 2001. Comparación entre análisis morfológicos y de ADN para la identificación de especies de *Fusarium* aislados de melón (*Cucumis melo* L.).
- Rico, G y Datta, S. 1982. Diferencia varietal del arroz en la utilización del nitrógeno del suelo bajo condiciones de riego usando N¹⁵ depleated. *Agronomía Tropical*. 32(1-6): 171-185.
- Rincón Sánchez, L; Sáez Sironi, J; Pérez Crespo, J; Pellicer, C; Gomez López. 1998. Crecimiento y absorción de nutrientes de melón bajo invernadero. *Investigación Agropecuaria: Producción Vegetal* 13:1-2.
- Rojas, E y Patiño, L. 2001. En búsqueda de un sistema de resistencia estable en plantas cultivadas. *Manejo Integrado de Plagas*. Costa Rica. (60):3-14.
- Román Moreno, L y Gutiérrez Coronado, M. 1998. Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de melón. *TERRA Latinoamericana*. Universidad Autónoma Chapingo, México. 16 (001):49-54.
- Rottenberg, O y Gallardo, A. 2011. El arte de la nutrición foliar, mecanismos de absorción. Haifa Chemicals LTD, Israel.:1-7
- Ruelas, G; Sánchez García, P; González, G; Valenzuela Urela, G; Reyes, F; Garza, A. 2005. Contenido de nitratos en extractos celulares de pecíolos y frutos de tomate. *Revista Fitotecnica Mexicana*. 28(002):145-150.
- Sánchez García, P. 2004. Diagnóstico nutrimental de cultivos agrícolas. Colegio de postgraduados, Montecillo México. CYTED. Fertirriego: tecnologías y programación en agroplasticultura.: 205-206.
- Sánchez, V. 2007. Fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas. *Fertitec.S.A*:1-18
- SAS Institute Inc.1999 SAS/STAT Guide for personal computers, Version 8. edition Cary NC: SAS Institute Inc.
- Seifert, K. 2001. *Fusarium* and anamorph generic concepts in: *Fusarium*. Summerell BA et al., eds. APS Press. St. Paul, Minnesot: 15-28.
- Seymour, G.B y Mc Glasson, W.B. 1993. Melons. in: Seymour, G.B.; Taylor, J.E. ; Tucker, G.A. (ed). *Biochemistry of fruit ripening*. Londres; Chapman and Hall. : 273-290.
- Shapiro, S. S. y Wilk, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples), *Biometrika*. 52 (3 y 4): 591-611.
- Southgate, D. A. T. 1974. Guidelines for the preparation on food composition tables.
- Tapia, M; López, X; Ljubica Galletti, G; Berger, H. 1998. Caracterización del crecimiento y desarrollo del fruto de melo (*cucumis melo* var. *Reticulatus* Naud.) CV. Topscore. *Agricultura técnica de Chile* 58(2): 93-102.

- Valdés, A; Martí, Luis, Filippini, M; Salcedo, C. 2003. Determinación de nitratos en vegetales, comparación de cuatro métodos analíticos. Rev. FCA UN Cuyo. Tomo XXXVI (1): 21-28.
- Walkley, A y Black, I.A. 1934. An examination of the Degjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromi acidititration method. J. Amer. Soc. Agron. (24): 256-275.
- Whitman, C. 1993. Benefits of calcium fertilization. Informaciones Agronómicas INPOSFOS, 2006. (63):2.
- Windels, C.E. 1992. *Fusarium*. In L. Singleton, J.D. Mihail and C.M. Rush (eds.). Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi. American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, USA: 115-128
- Winsor, G.; Adams, P. 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. Glasshouse crops. Chemical Publishing, New York, USA. 3: 168.
- Yli-Mattila, T. 2002. Molecular, morphological and phylogenetic analysis of the *F. avenaceum* / *F. arthrosporoides* / *F. tricinctum* species complex – a polyphasic approach. Mycol. Res. 106: 655 – 669.