

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

***Facultad de Agronomía***



**“Uso de roca fosfatada, magnesio y materia orgánica como  
mejoras en la fertilización de la mandarina (*Citrus reticulata*)  
cv. Dancy en el valle de Chanchamayo”**

*Tesis para optar el título de*

***INGENIERO AGRÓNOMO***

**Augusto Ricardo Sedano Arrieta**

Lima – Perú

2009

# ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
3.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MANDARINA DANCY .....	3
3.1.1 <i>Origen</i> .....	3
3.1.2 <i>Clasificación taxonómica</i> .....	3
3.2 FERTILIZACIÓN.....	4
3.2.1 <i>Nitrógeno</i> .....	5
3.2.2 <i>Fósforo</i> .....	6
3.2.3 <i>Roca fosfatada</i> .....	8
3.2.4 <i>Potasio</i> .....	9
3.2.5 <i>Magnesio</i> .....	10
3.3 LA MATERIA ORGÁNICA.....	12
3.3.1 <i>Efecto de la materia orgánica en las propiedades del suelo</i> .....	12
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
4.1 UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA .....	14
4.2 CLIMA.....	15
4.3 SUELO.....	19
4.4 CULTIVO.....	21
4.5 HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL .....	21
4.6 FACTORES EN ESTUDIO.....	22
4.7 FERTILIZANTES Y MATERIA ORGÁNICA UTILIZADA .....	23
4.8 DISEÑO ESTADÍSTICO .....	24
4.9 CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL: .....	25
4.10 PROCEDIMIENTO .....	26
4.10.1 <i>Instalación</i> .....	27
4.10.2 <i>Fertilización</i> .....	27
4.10.3 <i>Cosecha</i> .....	29
4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	29

4.12	PARÁMETROS EVALUADOS .....	31
4.12.1	<i>Diámetro del tallo</i> .....	31
4.12.2	<i>Diámetro de la copa</i> .....	31
4.12.3	<i>Altura de árbol</i> .....	31
4.12.4	<i>Número de frutos según calibre: primera y segunda</i> .....	32
4.12.5	<i>Peso promedio de fruto por calibre</i> .....	32
4.12.6	<i>Peso de cosecha según calibre</i> .....	32
4.12.7	<i>Rendimiento</i> .....	32
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
5.1	CAMPAÑA 2003-2004 .....	33
5.1.1	<i>Altura de árbol</i> .....	33
5.1.2	<i>Diámetro de tallo</i> .....	33
5.1.3	<i>Diámetro de la copa</i> .....	34
5.1.4	<i>Número de frutos de primera calidad</i> .....	35
5.1.5	<i>Número de frutos de segunda calidad</i> .....	38
5.1.6	<i>Peso promedio de fruto de primera calidad</i> .....	40
5.1.7	<i>Peso promedio de fruto de segunda calidad</i> .....	40
5.1.8	<i>Rendimiento</i> .....	42
5.2	CAMPAÑA 2004-2005 .....	47
5.2.1	<i>Altura de árbol</i> .....	47
5.2.2	<i>Diámetro de tallo</i> .....	48
5.2.3	<i>Diámetro de la copa</i> .....	50
5.2.4	<i>Relación altura de árbol</i> .....	50
5.2.5	<i>Relación diámetro de tallo</i> .....	51
5.2.6	<i>Relación diámetro de la copa</i> .....	54
5.2.7	<i>Número de frutos de primera calidad</i> .....	55
5.2.8	<i>Número de frutos de segunda calidad</i> .....	55
5.2.9	<i>Peso promedio del fruto de primera calidad</i> .....	58
5.2.10	<i>Peso promedio del fruto de segunda calidad</i> .....	59
5.2.11	<i>Rendimiento</i> .....	61
5.3	COSTOS DE FERTILIZACIÓN .....	66
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>68</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>70</b>

## **ANEXOS**

	Página
Anexo 1	Tratamientos químicos y niveles de materia orgánica aplicados por hectárea ..... 74
Anexo 2	Tratamientos; cantidad de fertilizantes químicos y aplicaciones de materia orgánica para cada planta dentro de las parcelas..... 75
Anexo 3	Dosificación fraccionada de fertilizantes de los tratamientos..... 76
Anexo 4	Cuadro de ANVA para la altura de árbol en mandarina cv. Dancy..... 77
Anexo 5	Tabla de comparaciones de Duncan para la altura de árbol (m) en mandarina cv. Dancy..... 77
Anexo 6	Cuadro de ANVA para el diámetro de tallo en mandarina cv. Dancy..... 78
Anexo 7	Tabla de comparaciones de Duncan para el diámetro de tallo (m) en mandarina cv. Dancy..... 78
Anexo 8	Cuadro de ANVA para el diámetro de copa en mandarina cv. Dancy..... 79
Anexo 9	Tabla de comparaciones de Duncan para el diámetro de copa (m) en mandarina cv. Dancy..... 79
Anexo 10	Cuadro de ANVA para el número de frutos de primera calidad en mandarina cv. Dancy..... 80
Anexo 11	Tabla de comparaciones de Duncan para el número de frutos de primera calidad en mandarina cv. Dancy..... 80
anexo 12	Cuadro de ANVA para el número de frutos de segunda calidad en mandarina cv. Dancy..... 81
anexo 13	Tabla de comparaciones de Duncan para el número de frutos de segunda calidad en mandarina cv. Dancy..... 81
anexo 14	Cuadro de ANVA para el peso promedio de fruto de primera calidad en mandarina cv. Dancy..... 82
anexo 15	Tabla de comparaciones de Duncan para el peso promedio de fruto(g) de primera calidad en mandarina cv. Dancy..... 82
Anexo 16	Cuadro de ANVA para el peso promedio de fruto de segunda calidad en mandarina cv. Dancy..... 83
Anexo 17	Tabla de comparaciones de Duncan para el peso promedio de fruto (g) de segunda calidad en mandarina cv. Dancy..... 83
Anexo 18	Cuadro de ANVA para el peso de cosecha por árbol de primera calidad en mandarina cv. Dancy..... 84

<b>Anexo 19</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el peso de cosecha (kg.árbol<sup>-1</sup>) de primera calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 20</b>	<b>Cuadro de ANVA para el peso de cosecha por árbol de segunda calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 21</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el peso de cosecha (kg.árbol<sup>-1</sup>) de segunda calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 22</b>	<b>Cuadro de ANVA para el rendimiento por hectárea en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 23</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>) en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 24</b>	<b>Cuadro de ANVA para la altura de árbol en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>87</b>
<b>Anexo 25</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para la altura de árbol (m) en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>87</b>
<b>Anexo 26</b>	<b>Cuadro de ANVA para el diámetro de tallo en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>88</b>
<b>Anexo 27</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el diámetro de tallo (m) en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>88</b>
<b>Anexo 28</b>	<b>Cuadro de ANVA para el diámetro de copa en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>89</b>
<b>Anexo 29</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el diámetro de copa (m) en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>89</b>
<b>Anexo 30</b>	<b>Cuadro de ANVA para la relación altura de árbol en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 31</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para la relación altura de árbol en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 32</b>	<b>Cuadro de ANVA para la relación diámetro de tallo en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>91</b>
<b>Anexo 33</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para la relación diámetro del tallo en mandarina cv. dancy.....</b>	<b>91</b>
<b>Anexo 34</b>	<b>Cuadro de ANVA para la relación diámetro de copa en mandarina cv. dancy.....</b>	<b>92</b>
<b>Anexo 35</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para la relación diámetro de copa en mandarina cv. dancy.....</b>	<b>92</b>
<b>Anexo 36</b>	<b>Cuadro de ANVA para el número de frutos de primera calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>93</b>
<b>Anexo 37</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el número de frutos de primera calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>93</b>
<b>Anexo 38</b>	<b>Cuadro de ANVA para el número de frutos de segunda calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>94</b>

<b>Anexo 39</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el número de frutos de segunda calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 40</b>	<b>Cuadro de ANVA para el peso promedio de fruto de primera calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>95</b>
<b>Anexo 41</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el peso promedio de fruto (g) de primera calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>95</b>
<b>Anexo 42</b>	<b>Cuadro de ANVA para el peso promedio de fruto de segunda calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo 43</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el peso promedio de fruto (g) de segunda calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo 44</b>	<b>Cuadro de ANVA para el peso de cosecha de primera calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo 45</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el peso de cosecha (kg.árbol<sup>-1</sup>) de primera calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo 46</b>	<b>Cuadro de ANVA para el peso de cosecha de segunda calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>98</b>
<b>Anexo 47</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el peso de cosecha (kg.árbol<sup>-1</sup>) de segunda calidad en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>98</b>
<b>Anexo 48</b>	<b>Cuadro de ANVA para el rendimiento en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 49</b>	<b>Tabla de comparaciones de Duncan para el rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>) en mandarina cv. Dancy.....</b>	<b>99</b>

## **LISTA DE CUADROS**

	Página
Cuadro 1	Temperatura promedio mínima, máxima mensual y anual recopilada durante dos campañas en evaluación..... 16
Cuadro 2	Precipitación mensual y total anual monitoreadas durante dos campañas en evaluación ..... 16
Cuadro 3	Características físico-químicas del suelo antes del experimento .....20
Cuadro 4	Historial de producción del campo experimental.....22
Cuadro 5	Tratamientos ensayados en el campo experimental.....23
Cuadro 6	Composición química de los fertilizantes aplicados .....24
Cuadro 7	Dosificación de los tratamientos T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> y T <sub>4</sub> .....28
Cuadro 8	Cronograma de actividades en el manejo del campo experimental.....30
Cuadro 9	Resultado promedio de los parámetros biométricos evaluados en mandarina cv. Dancy bajo cinco tratamientos y testigo con y sin materia orgánica. Campaña 2003 - 2004.....36
Cuadro 10	Resultado promedio de los parámetros biométricos: altura de planta, diámetro del tallo diámetro de copa y la relación (final/inicial) en mandarina cv. Dancy.....53
Cuadro 11	Resultado promedio de los parámetros biométricos evaluados en mandarina cv. Dancy bajo cinco tratamientos y testigo con y sin materia orgánica. Campaña 2004 - 2005 .....56
Cuadro 12	Inversión de fertilizantes para los diferentes tratamientos por hectárea para una campaña en plantas de mandarina cv. Dancy.....67

## **LISTA DE FIGURAS**

	Página
Figura 1	Ubicación del área de estudio; distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín. ....14
Figura 2	Variación mensual de las temperaturas promedio de dos campañas evaluadas.....17
Figura 3	Variación mensual de la precipitación de dos campañas evaluadas .....18
Figura 4	Croquis del campo experimental.....26
Figura 5	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en la altura de árbol de mandarina cv. Dancy. ....35
Figura 6	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el diámetro de tallo en plantas de mandarina cv. Dancy.....37
Figura 7	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el diámetro de copa en plantas de mandarina cv. Dancy. ....37
Figura 8	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el número de frutos de primera calidad en plantas de mandarina cv. Dancy. ....39
Figura 9	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el número de frutos de segunda calidad en plantas de mandarina cv. Dancy. ....39
Figura 10	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el peso promedio de fruto de primera calidad en plantas de mandarina cv. Dancy.....41
Figura 11	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el peso promedio de fruto de segunda calidad en plantas de mandarina cv. Dancy.....42
Figura 12	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el peso de cosecha de primera calidad por planta en mandarina cv. Dancy.....44
Figura 13	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el peso de cosecha de segunda calidad por planta en mandarina cv. Dancy.....44
Figura 14	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el rendimiento total en plantas de mandarina cv. Dancy. Campaña 2003 - 2004.....46
Figura 15	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en la altura de árbol de mandarina cv. Dancy. ....48
Figura 16	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el diámetro de tallo en mandarina cv. Dancy.....49



Figura 17	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el diámetro de copa en plantas de mandarina cv. Dancy. ....	49
Figura 18	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en la relación altura de árbol (final/inicial) en plantas de mandarina cv. Dancy. ....	52
Figura 19	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en la relación diámetro de tallo (final/inicial) en plantas de mandarina cv. Dancy. ....	52
Figura 20	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en la relación diámetro de copa (final/inicial) en plantas de mandarina cv. Dancy. ....	54
Figura 21	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el número de frutos de primera calidad en plantas de mandarina cv. Dancy. ....	57
Figura 22	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el número de frutos de segunda calidad en plantas de mandarina cv. Dancy. ....	58
Figura 23	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el peso promedio de fruto de primera calidad en plantas de mandarina cv. Dancy. ....	60
Figura 24	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el peso promedio de fruto de segunda calidad en plantas de mandarina cv. Dancy. ....	60
Figura 25	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el peso de cosecha de primera calidad por planta de mandarina cv. Dancy. ....	62
Figura 26	Efecto de la fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el peso de cosecha de segunda calidad por planta de mandarina cv. Dancy. ....	63
Figura 27	Efecto de cinco tipos de fertilización química con los niveles en promedio de materia orgánica en el rendimiento total en plantas de mandarina cv. Dancy. Campaña 2004 – 2005 .....	65