

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**"EL TRIGO INVERNAL EN LA REGION  
ALTOANDINA DE PUNO - PERU"**

**Trabajo Profesional para optar el Título de**

**INGENIERO AGRONOMO**

**JOSE SANTIAGO FALCONI PALOMINO**

**Lima – Perú**

**2001**

<b>INDICE DE CONTENIDO</b>		<b>Pág.</b>
<b>I.-</b>	<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>II.-</b>	<b>OBJETIVOS.</b>	<b>2</b>
<b>III.-</b>	<b>EL TRIGO.</b>	<b>3</b>
	3.1 Historia e Importancia.	3
	3.2 Distribución Geográfica.	5
	3.3 Producción Mundial.	5
	3.4 Países Exportadores.	9
	3.5 Introducción y Producción del Trigo en el Perú.	13
	3.6 Importación del Trigo por el Perú.	18
	3.7 Trigo Invernal en el Perú.	21
<b>IV.-</b>	<b>CLASIFICACIÓN E EVOLUCION BOTANICA DEL TRIGO.</b>	<b>23</b>
	4.1 Clasificación Botánica.	23
	4.2 Evolución.	24
	4.3 Otros Tipos de Clasificaciones.	27
<b>V.-</b>	<b>MORFOLOGIA DEL TRIGO.</b>	<b>30</b>
	5.1 Raíces.	30
	5.2 Tallos.	31
	5.3 Hojas.	33
	5.4 Espiga.	34

<b>VI.- FISILOGIA DEL TRIGO.</b>	<b>35</b>
6.1 Crecimiento Vegetativo.	35
6.1.1 Germinación de la semilla e instalación.	35
6.1.2 Crecimiento y función de la raíz.	36
6.1.3 Crecimiento de la hoja.	38
6.1.4 Macollaje.	39
6.1.5 Crecimiento del tallo y características observadas.	40
6.1.6 Fotosíntesis de la hoja.	42
6.1.7 Respiración.	42
6.2 Desarrollo Reproductivo.	43
6.2.1 Desarrollo de inflorescencia.	44
6.2.2 Antesis, fecundación y formación de grano.	45
6.2.3 Crecimiento del grano.	46
6.2.4 Fotosíntesis y respiración de la espiga.	47
6.2.5 Padrón de suministro de carbohidratos al grano.	48
6.2.6 Almacenamiento de almidón.	48
6.2.7 Almacenamiento de proteínas.	48
<b>VII.- LA VERNALIZACION Y SEQUIA EN TRIGO INVERNAL.</b>	<b>49</b>
7.1 Vernalización.	49
7.2 La Sequía.	52
7.2.1 Funciones del agua en la planta de trigo.	52
7.2.2 Concepto de resistencia a la sequía.	53
7.2.3 La resistencia del trigo invernal a la sequía.	56

7.2.4 Efecto de la sequía en etapas diferentes del desarrollo de la planta de trigo.	58
<b>VIII.- ASPECTOS GEOPOLITICOS DEL DEPARTAMENTO DE PUNO.</b>	<b>62</b>
8.1 Posición Geográfica.	62
8.2 Ubicación, Limite, Extensión y Población de Puno.	62
8.3 El Clima.	64
8.4 Análisis Climático de Once Años: 1982 - 1992.	67
8.4.1 Precipitaciones mensuales: 1982 - 1992.	67
8.4.2 Temperatura mínima e máxima media mensual: 1982 - 1992.	69
8.5 El Suelo.	74
8.5.1 Capacidad de uso del suelo.	75
8.6 Sistema de Producción.	78
8.7 Aspectos Agrícolas en el Departamento de Puno.	81
<b>IX.- EL PROGRAMA DE CEREALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA Y SUS TRABAJOS DE INVESTIGACION EN TRIGO INVERNAL EN PUNO.</b>	<b>88</b>
9.1 Estrategia de Desarrollo.	89
9.2 Resultados de Rendimientos Alcanzados de Variedades y Líneas Avanzadas.	90
9.3 Calidad del Trigo Invernal Producido en Puno.	98

<b>X.- TRIGO INVERNAL UNA ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO DEL ALTIPLANO DE PUNO.</b>	<b>100</b>
10.1 Cultivo de Trigo Invernal en el Altiplano de Puno Bajo Dos Niveles Tecnológicos.	101
10.1.1 Nivel tecnológico, mecanización parcial bajo riego.	102
10.1.2 Nivel tecnológico, mecanización completa bajo secoano utilizando el dry-farming.	118
10.2 Rentabilidad del Trigo Invernal en el Altiplano de Puno Según los Tipos Tecnología Estudiados.	132
10.3 Impacto Social.	137
<b>XI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>137</b>
11.1 Conclusiones.	137
11.2 Recomendaciones.	143
<b>XII.- BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>145</b>
<b>XIII.- ANEXOS.</b>	<b>157</b>

## INDICE DE CUADROS

Pág.

01.	Principales productores de trigo en el mundo: superficie, rendimiento y producción.	6
02.	Trigo exportaciones mundiales: 1999.	10
03.	Superficie, rendimiento y producción de trigo en el Perú: 1980 - 1999.	15
04.	Superficie, rendimiento y producción de trigo por departamentos: 1999.	17
05.	Importación de trigo por el Perú: 1980 - 1999.	19
06.	Importación de trigo por país de origen.	20
07.	Precipitaciones mensuales de Juliaca según año: 1982 - 1999.	71
08.	Temperatura mínima media mensual Juliaca, según año: 1982 - 1999.	72
09.	Temperatura máxima media mensual Juliaca, según año: 1982 - 1999.	73
10.	Rendimiento de genotipos sobresalientes de trigo invernal en condiciones de Puno: periodo 1974 - 1983.	94
11.	Rendimiento de genotipos sobresalientes de trigo invernal bajo condiciones de Puno (medios ambientes óptimos y riegos suplementarios) periodo 1984 - 1987.	95

12.	Rendimiento de genotipos sobresalientes de trigo invern bajo condiciones de Puno (secano). Periodo 1988 - 1991.	<b>95</b>
13.	Rendimiento de trigo invern con y sin pastoreo.	<b>96</b>
14.	Niveles de fertilización recomendables para el cultivo de trigo invern en el departamento de Puno.	<b>108</b>
15.	Presencia de malezas bajo el nivel tecnológico mecanización parcial.	<b>111</b>
16.	Enfermedades y plagas del cultivo del trigo invern.	<b>114</b>
17.	Presencia de malezas bajo el nivel tecnológico de mecanización completa.	<b>129</b>
18.	Análisis de rentabilidad de alternativas de producción de trigo invern bajo el nivel tecnológico de mecanización parcial bajo riego.	<b>134</b>
19.	Análisis de rentabilidad de alternativas de producción de trigo invern bajo el nivel tecnológico de mecanización completa bajo seco.	<b>134</b>

## INDICE DE FOTOS

Pág.

01.	Planicie puneña Illpa.	64
02.	Planicie puneña cubierta de nieve.	70
03.	Cultivo de papa afectada por la helada.	84
04.	Ing. M. Romero L., en campos de líneas de trigo invernal en Puno 1991.	94
05.	Presentación del Ing. M. Romero L., de líneas de trigo invernal promisorias para Puno 1991.	96
06.	Campo sobre pastoreado en proceso de erosión.	119
07.	Roturación de campo.	123
08.	Pasada de grada sobre campo roturado.	124
09.	Siembra de trigo invernal en suelo preparado bajo el sistema dry-farming.	125
10.	Ganado ovino pastoreando un campo de trigo invernal.	128
11.	Campos de trigo invernal con y sin pastoreo.	136

## INDICE DE GRAFICOS

**Pág.**

01.	Precipitación mensual: 1982 - 1992.	71
02.	Temperatura mínima media mensual: 1982 - 1992.	72
03.	Temperatura máxima media mensual: 1982 - 1992.	73

## INDICE DE ANEXO

01. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización completa bajo seco utilizando dry-farming (Forraje verde - heno empacado).
02. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización completa bajo seco utilizando dry-farming (Forraje verde - grano).
03. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización completa bajo seco utilizando dry-farming (Forraje verde – grano - broza empacado).
04. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización completa bajo seco utilizando dry-farming (Heno empacado).
05. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización completa bajo seco utilizando dry-farming (Grano).
06. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización parcial bajo riego (Forraje verde - heno).
07. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización parcial bajo riego (Forraje verde - grano - heno).
08. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización parcial bajo riego (Forraje verde - grano).
09. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización parcial bajo riego (Grano).

10. Costo de producción de la alternativa tecnológica mecanización parcial bajo riego (Heno).
11. Mayores productores de trigo en el mundo (Producción T.M).
12. Mayores productores de trigo en el mundo (Superficie Ha).
13. Mayores productores de trigo en el mundo (Rendimiento Kg./Ha).
14. Países que conforman la Unión Europea (Producción T.M).
15. Países que conforman la Unión Europea (Superficie Ha).
16. Países que conforman la Unión Europea (Rendimientos Hg/Ha).
17. Países que conforman la Ex URSS (Producción T.M).
18. Países que conforman la Ex URSS (Superficie Ha).
19. Países que conforman la Ex URSS (Rendimientos Hg/Ha).
20. Importación de trigo T.M. según país de origen.
21. Volúmenes; Valor: FOB, CIF y precio: FOB, CIF del trigo.
22. Trigo producción nacional T.M. - 1990 - 1999.
23. Porcentaje de producción de trigo a nivel nacional 1999.
24. Trigo superficie nacional Ha 1990 - 1999.
25. Porcentaje de superficie de trigo a nivel nacional 1999.
26. Trigo rendimiento nacional Kg./Ha - 1990 - 1999.
27. Rendimiento de trigo a nivel nacional 1999.
28. Trigo precio nacional 1990 - 1999.
29. Principales productos agrícolas importados 90 - 99.
30. Sistema integrado del altiplano Puno.
31. Características de la unidad agropecuaria - Puno.

32. Dpto. Puno: Unidades agropecuarias con superficie agrícola y no agrícola por componentes.
33. Dpto. Puno: Superficie agrícola bajo riego y en secano.
34. Población pecuaria x departamento - 1999.