



# La calidad del trigo candeal. Condiciones ambientales y manejo del cultivo



Paola Silva Candia  
Universidad de Chile



# Calidad del Trigo Candeal

# PRODUCTOS HECHOS CON TRIGO

Contenido proteina (%)

15  
14  
13  
12  
11  
10  
9

Fuerza de gluten

Reposteria  
Galletas



Noodles



Pan



Pan de molde



Pasta



Couscous

Suave

Medio

Fuerte

*T. Durum*

Dureza de grano





**Pasta de mala calidad**  
Agua de cocción turbia; Pasta deshecha



**Pasta de buena calidad**  
Agua de cocción limpia; Pasta firme



The background of the slide is a close-up photograph of wheat stalks. The stalks are green and appear to be in the early stages of grain development. The lighting is bright, creating a high-contrast scene with some shadows and highlights on the leaves and stems. The overall texture is fibrous and organic.

# TRIGO CANDEAL

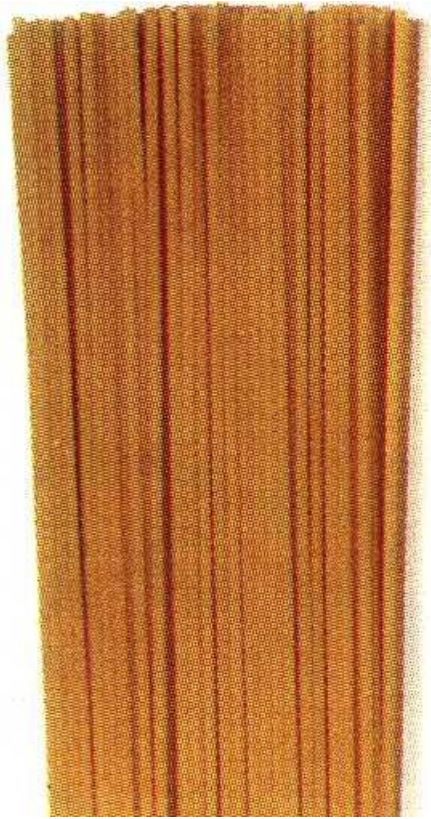
## Parámetros de calidad

- Proteína
- Gluten Húmedo
- Gluten Seco
- Gluten Index
- Vitrosidad
- Peso Hectolitro
- Color Gluten
- Punta Negra

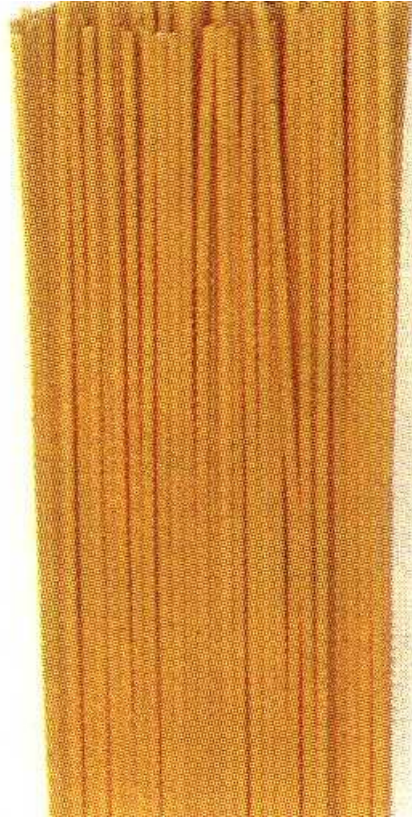
# Amarengamiento



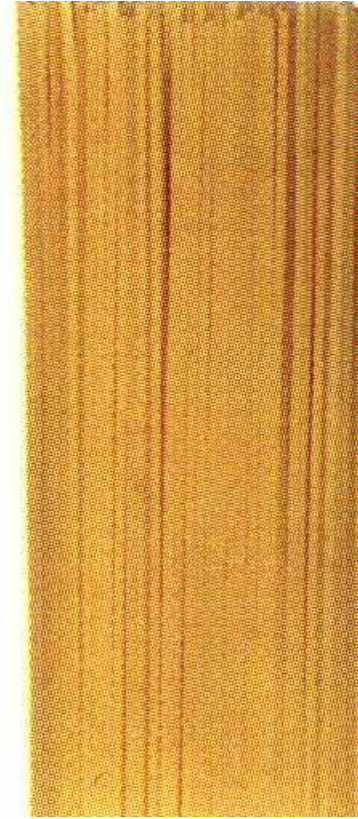
# Color



Pasta café



Pasta amarilla



Pasta amarillo claro



# Punta negra





# Calidad y Ambiente

# Zonificación de Trigo Candeal :

¿ Dónde cultivar para obtener  
una mejor calidad ?

Análisis a partir de datos  
de cosechas



# Parámetros de calidad

- Peso hectolitro (kg/hL)
- Proteínas (%)
- Humedad (%)
- Vitreosidad (%)
- Granos partidos y chupados (%)
- Granos brotados (%)
- Helados e Inmaduros (%)
- Punta negra (%)



# Datos empresas nacional de pastas

Región	N lugares
III	3
IV	1
V	6
RM	25
VI	22
VII	15
VIII	21
IX	6
X	1

	N lugares
1año	35
2años	26
3años	21
4años	18
total	100



Datos muy  
heterogeneos :  
Se necesita  
homogeneizar la  
información

# Medias de los parámetros y comparación con las exigencias de empresa nacional de pastas

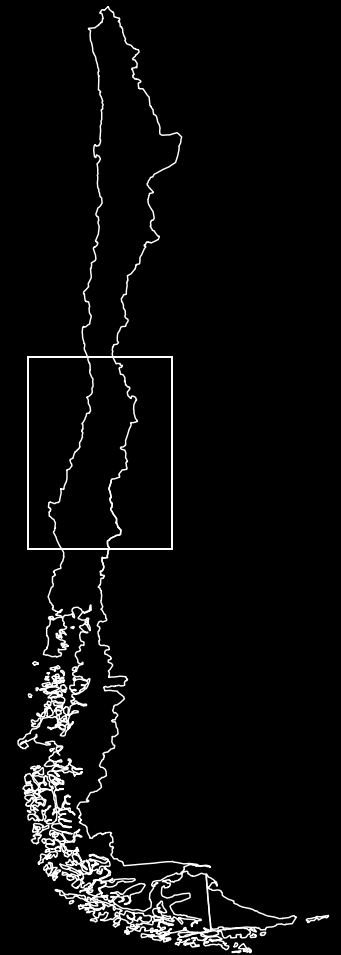
Año	Peso Hectolitro	Proteínas	Vitreosidad	Humedad	Punta Negra
1	84.71 0,81	10.18 0,91	92.18 1,57	12.06 5,50	3.02 0,58
2	85.19 0,67	9.95 0,86	94.09 1,49	11.44 5,49	3.26 0,62
3	85.06 0,97	10.55 0,74	93.61 1,22	11.51 4,01	2.69 0,58
4	84.86 0,56	10.77 0,72	91.05 1,49	12.27 4,01	2.79 0,44
<b>Nor</b>	Min 78	Min 10	Min 50	Max 14,5	Max 8

Año	G. Part. Chup.	Helados e Inmaduros	Granos Brotados	Gluten Húmedo	Gluten Index	Gluten Seco
1	3.88 1,76	0.34 0,21	0.67 0,37	sd	sd	sd
2	3.56 1,47	0.30 0,34	0.48 0,41	sd	sd	sd
3	3.68 1,16	0.22 0,19	0.29 0,25	23.50 11,16	41.03 19,54	7.83 3,71
4	3.95 1,43	0.35 0,23	0.37 0,23	28.33 3,50	56.86 17,17	9.57 1,19
<b>Nor</b>	Max 10	Max 2	Max 3,5	Min 27	Entre 45 y 80	Min 9

sd = sin dato

# Rendimiento y calidad nacional de trigo candeal

• Rendimiento (Kg/ha)	5500	<b>Exigencias empresa</b>
• Peso del hectolitro (kg/Hl)	84.9	<b>78.0</b>
• Proteína (%)	10.4	<b>10.0</b>
• Vitreosidad (%)	92.7	<b>50.0</b>
• Punta negra (%)	3.0	<b>5.0</b>
• Gluten húmedo (%)	25.9	<b>27.0</b>
• Gluten index (%)	48.9	<b>45.0</b>
• Gluten seco (%)	8.7	<b>9.0</b>



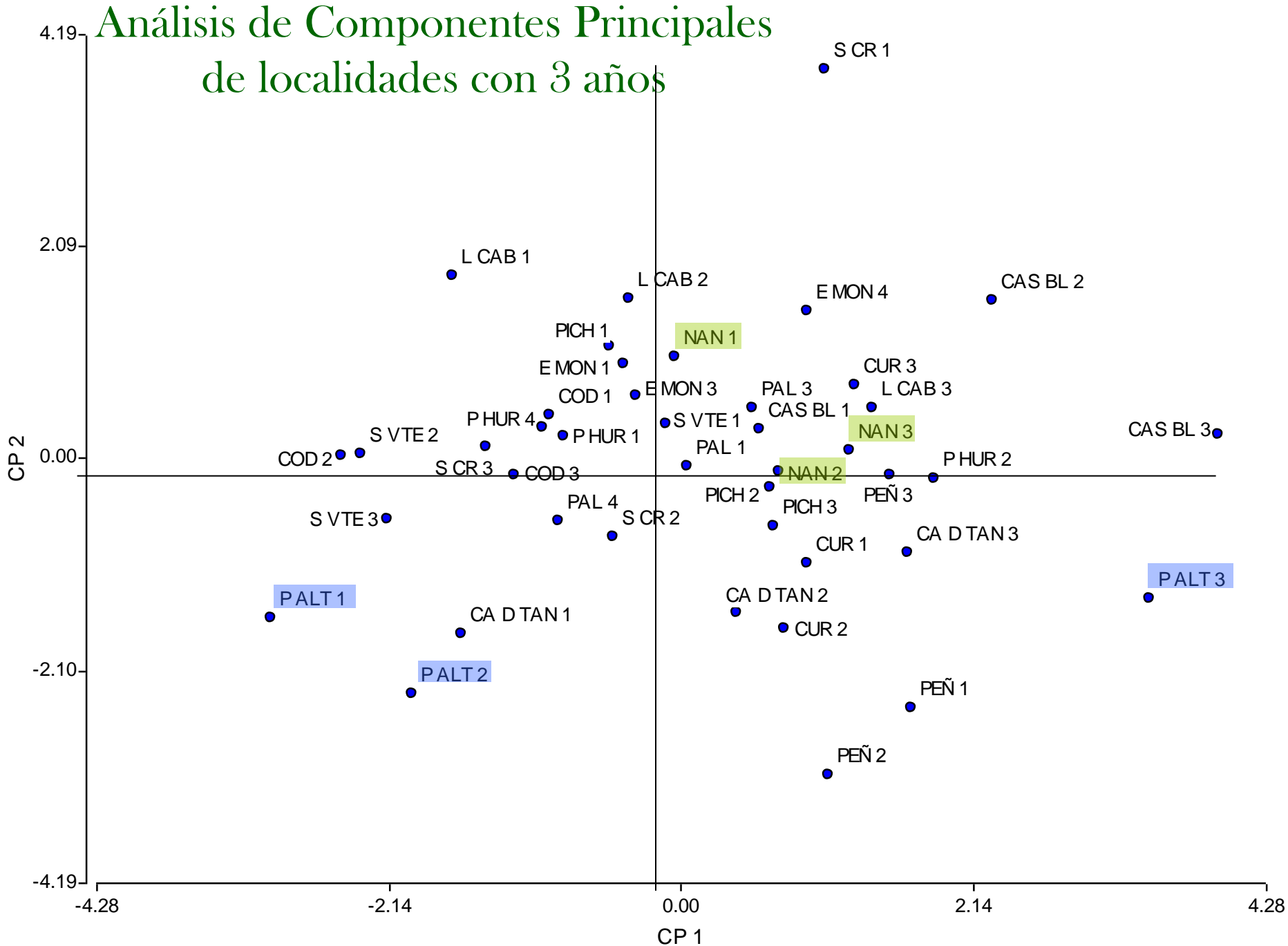
# Homogeneizar

- Localidades con 3 o 4 años : quedan 39 lugares
- Datos sin repetición : por lo que se seleccionó sólo localidades sin interacción con el año.

 Así la comparación de medias fue posible



# Análisis de Componentes Principales de localidades con 3 años



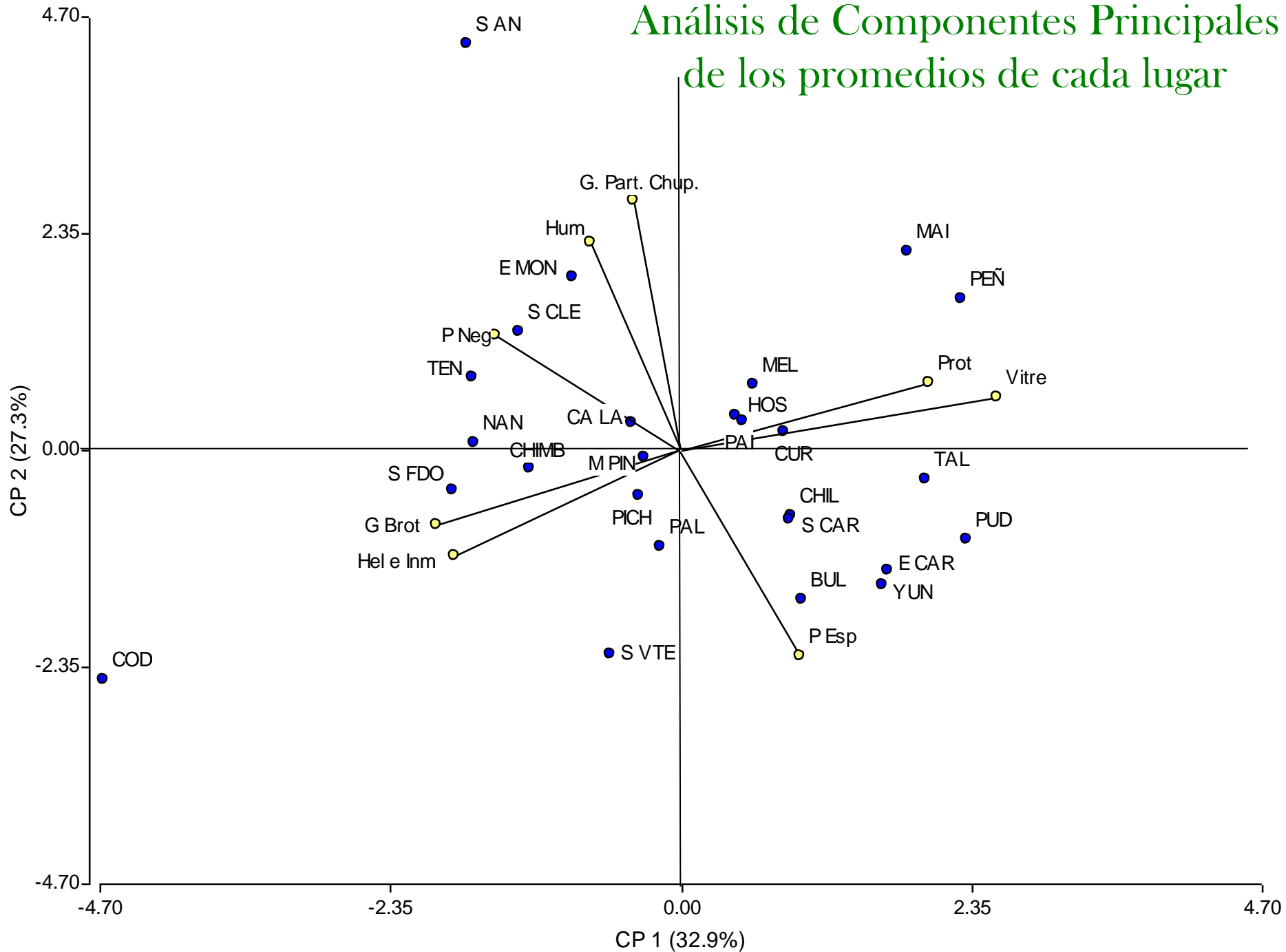




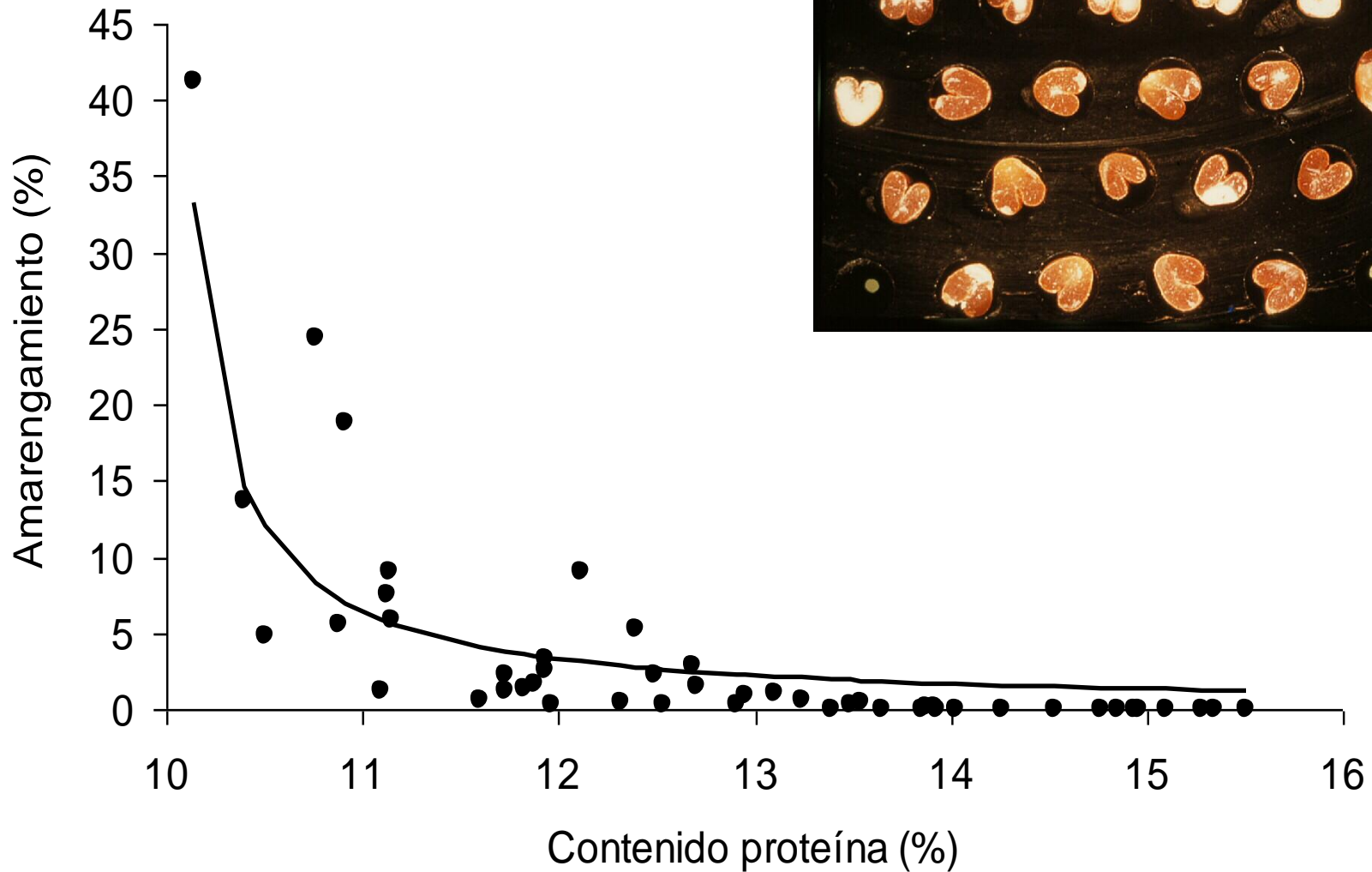
26 lugares de 3  
y 4 años sin  
interacción  
lugar-años



# Análisis de Componentes Principales de los promedios de cada lugar



# Proteína y Amarengamiento

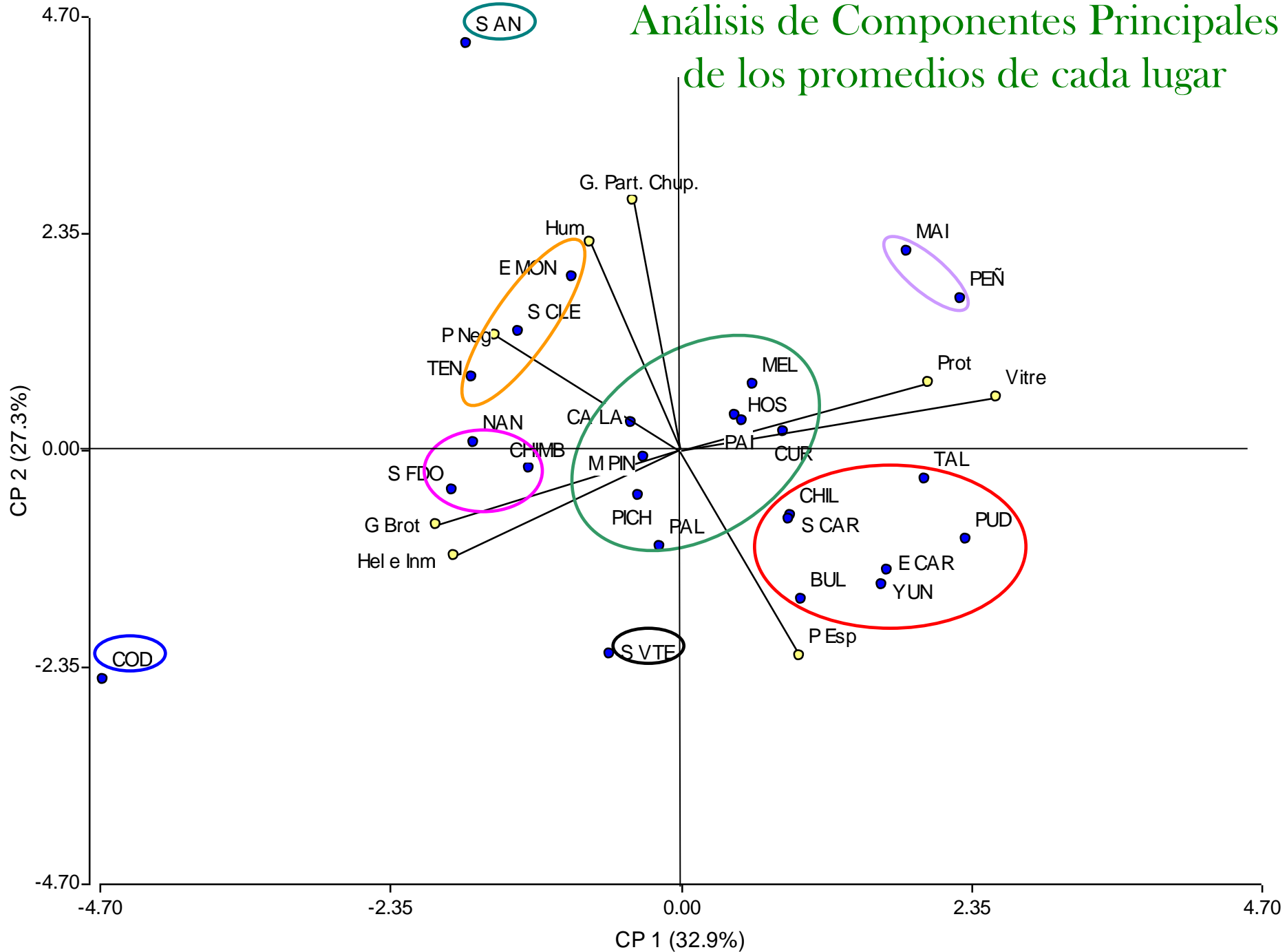


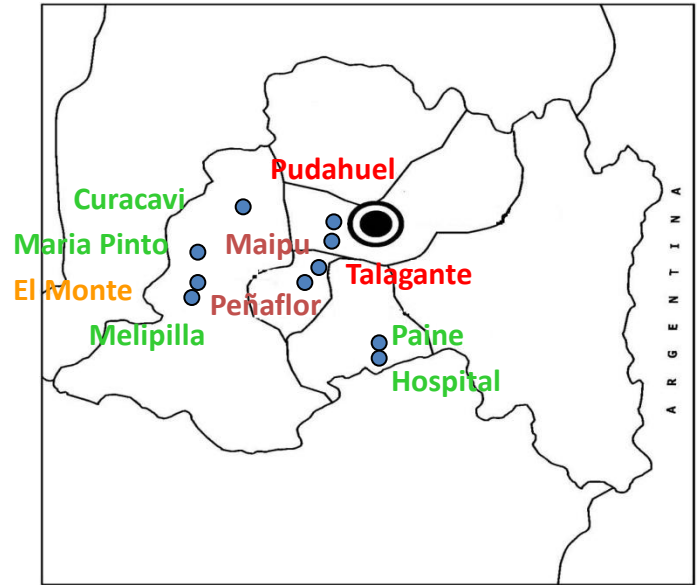
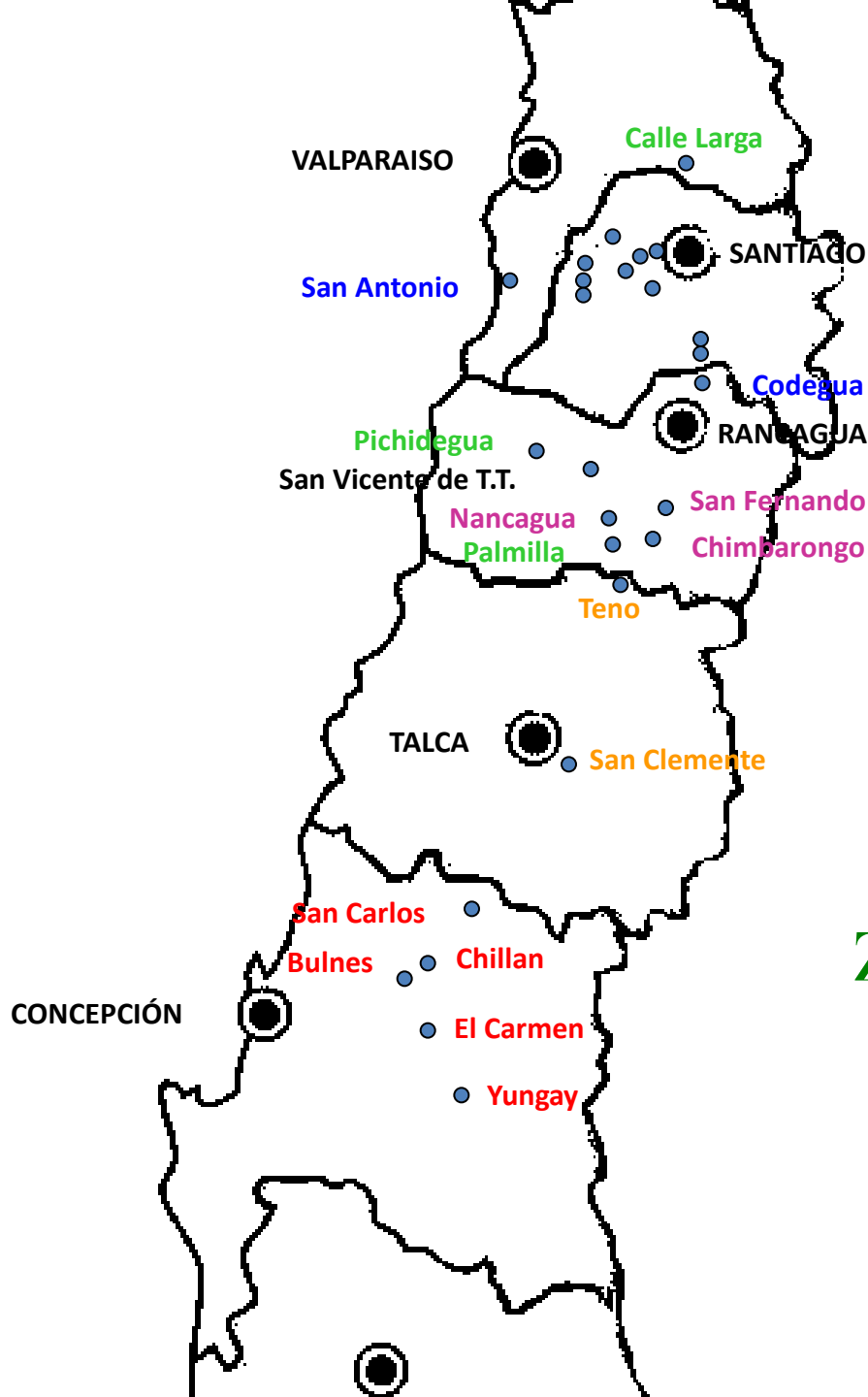
# Asociación del Peso del hectolitro con Rendimiento

	<b>Peso hectolitro</b>
<b>Rendimiento</b>	0,94***
<b>PS1000</b>	0,98***

\*\*\*  $P \leq 0,001$

# Análisis de Componentes Principales de los promedios de cada lugar





Zonificación de los 26 lugares  
sin interacción lugar-año



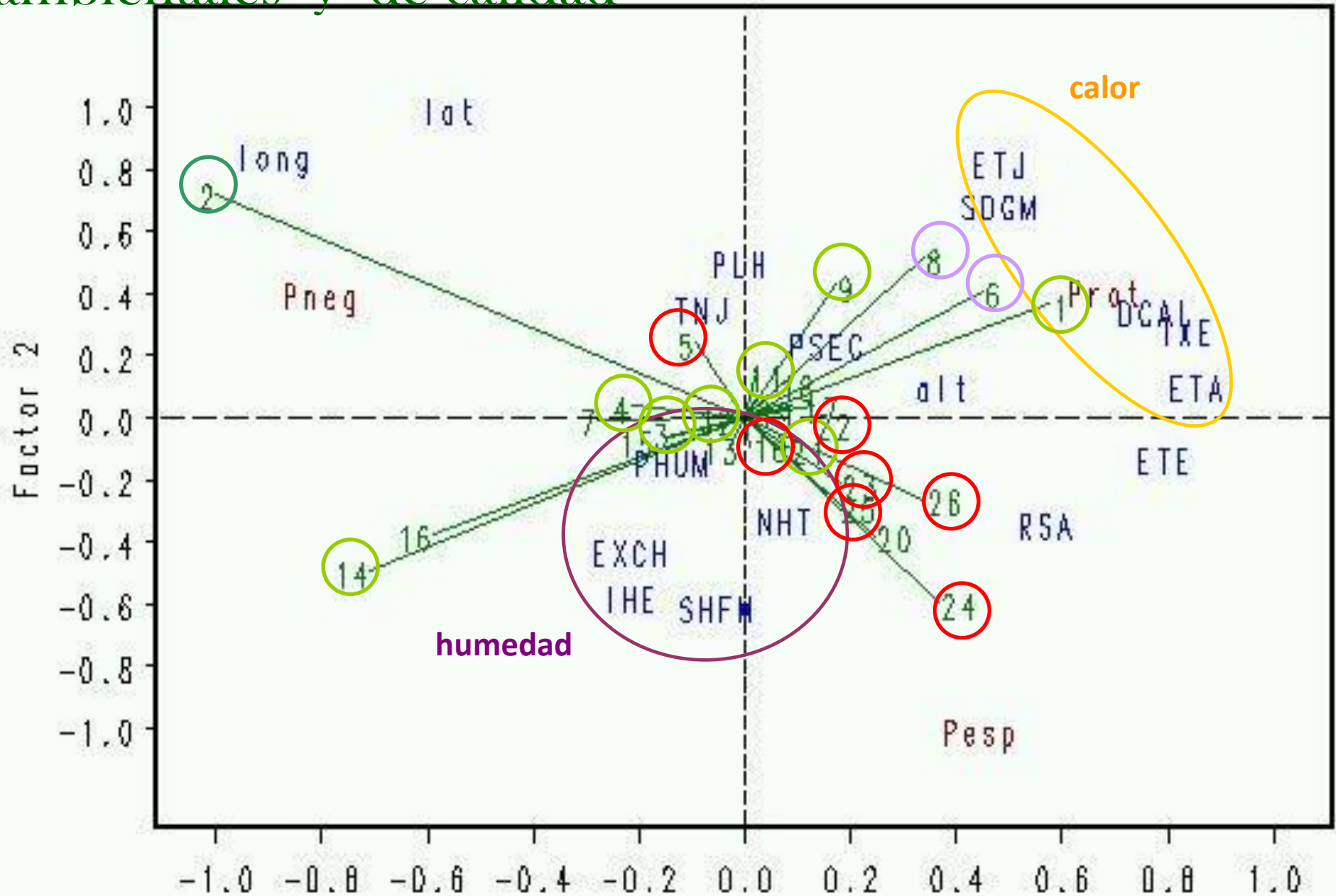


# ¿Qué factores pueden influir en la calidad del grano ?

- Ambiente
  - Clima
  - Suelo
- El manejo
  - Riego
  - Fertilización

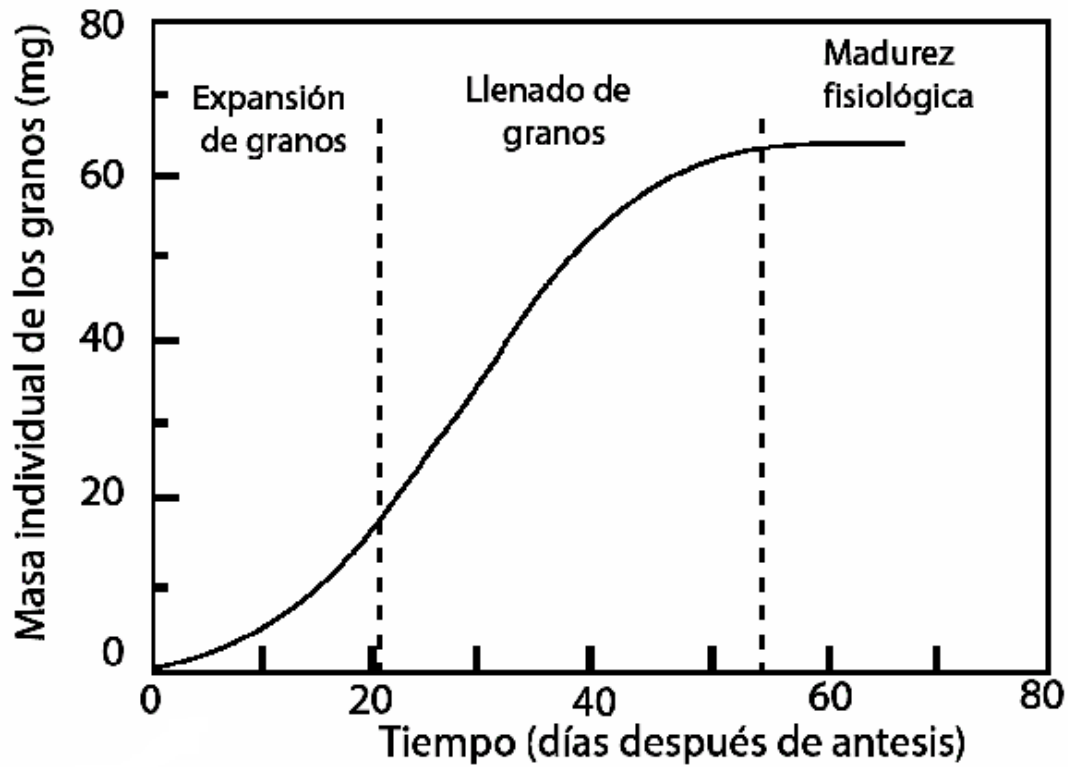


# PLS de los lugares, en relación con los parámetros ambientales y de calidad





# Llenado de grano



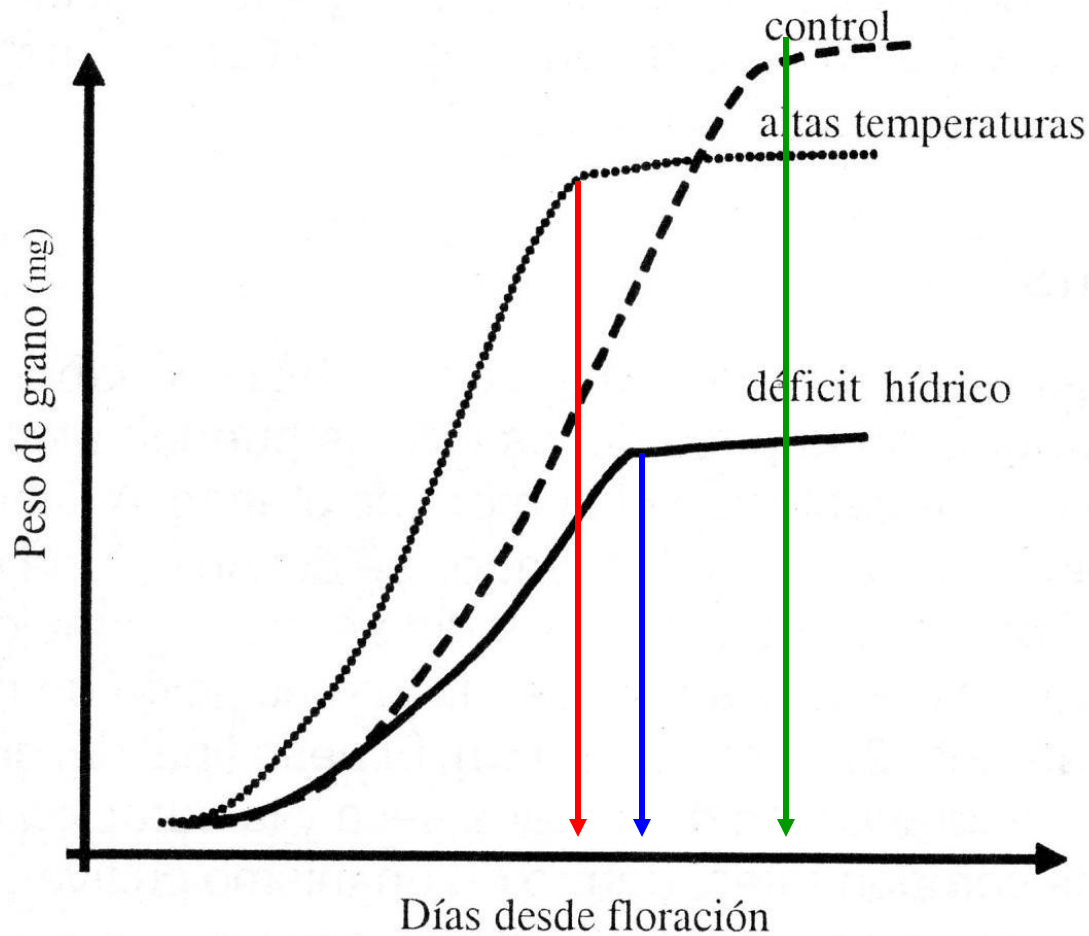
↔  
División celular del endosperma

↔  
Rápida pérdida de agua

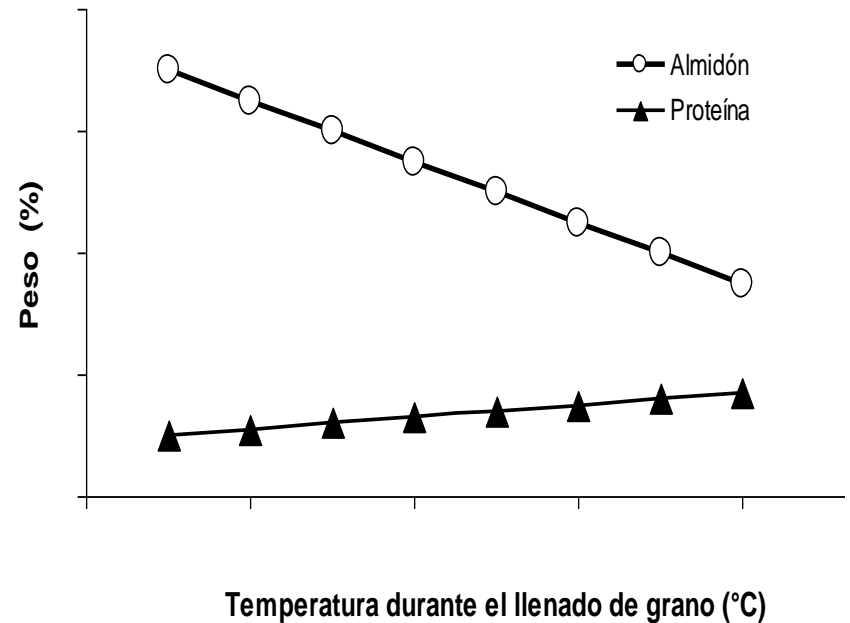
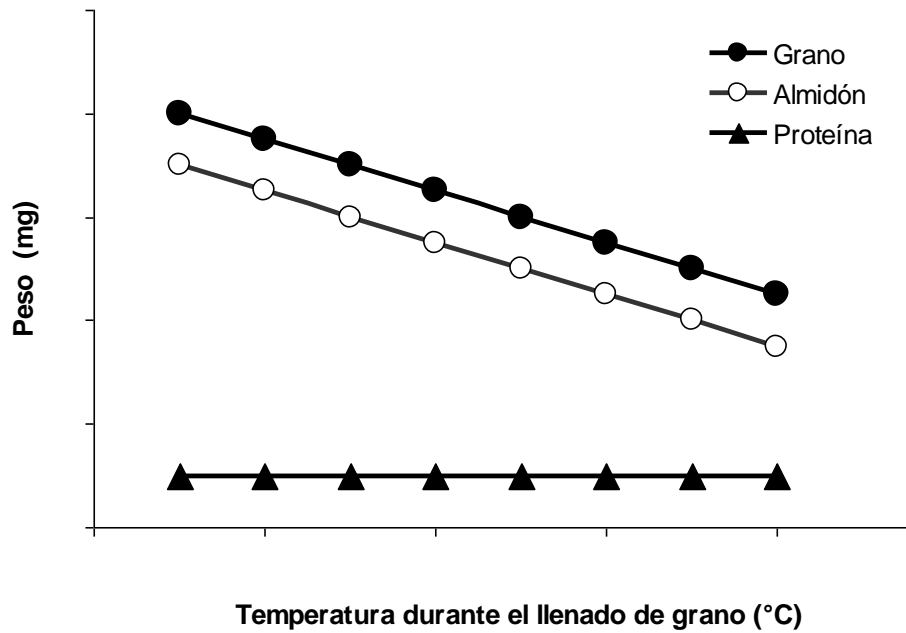
↔  
Inicio de los granulos de almidón



# Efecto de alta temperatura y sequía en Llenado de grano



# Efecto de temperatura en la acumulación de proteína en el grano



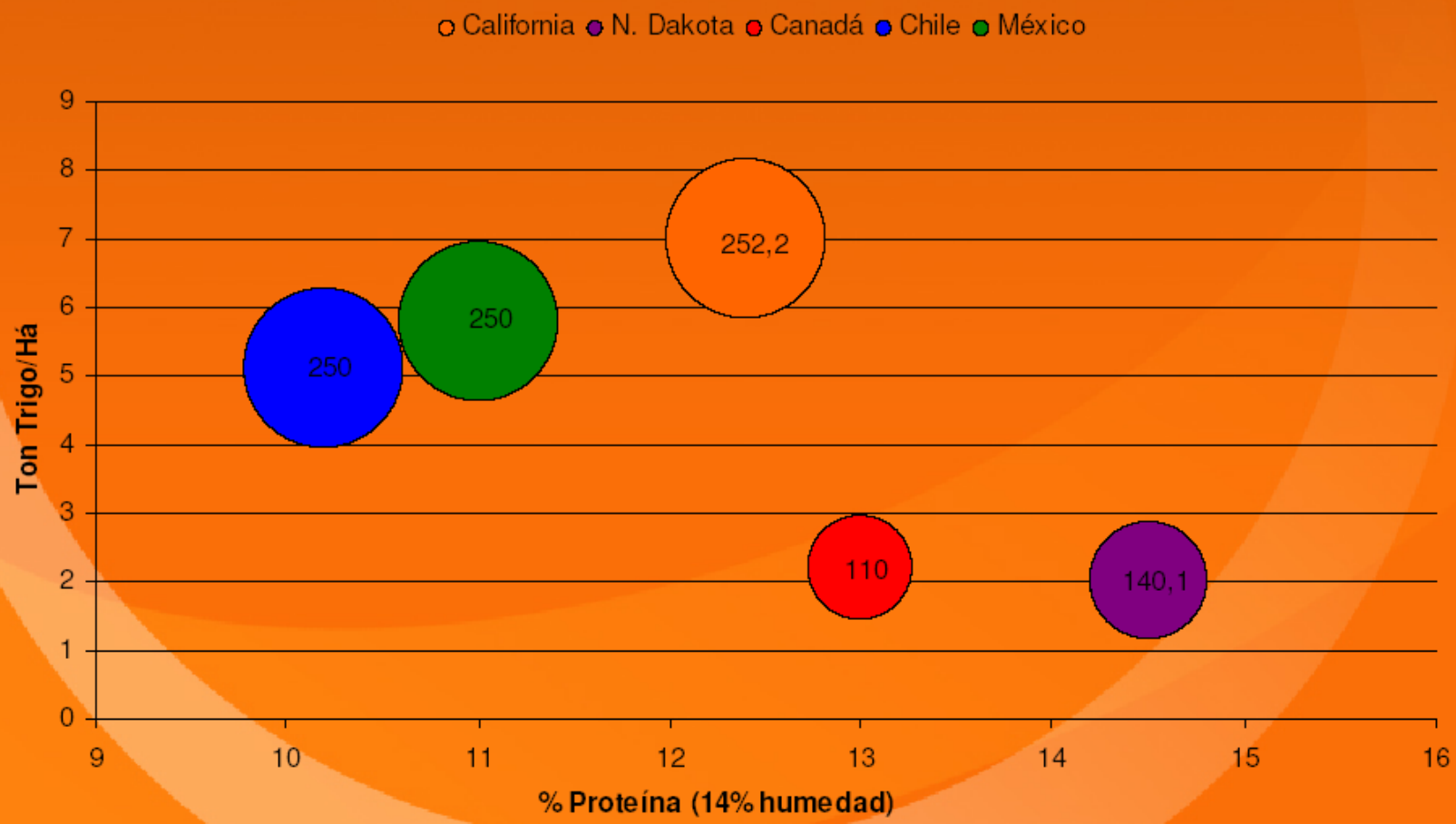
# Conclusiones

- Chile tiene un clima particularmente adaptado al cultivo de trigo candeal. Este clima mediterráneo permite obtener una buena calidad.
- En este trabajo se identificaron lugares en que se produce trigo candeal de muy buena calidad. Parte de este efecto se debió a clima, en particular a través de alta temperatura y radiación.
- La Región Metropolitana y Octava Región destacan por su buena calidad y parecen ser las mejores para el cultivo de trigo candeal.
- El calor esta asociado con alta proteína y vitreosidad, mayor radiación con mayor peso hectolitro, mientras que la humedad ambiental y la cercanía al mar favorecen la aparición de punta negra.



# Calidad y Manejo del Cultivo

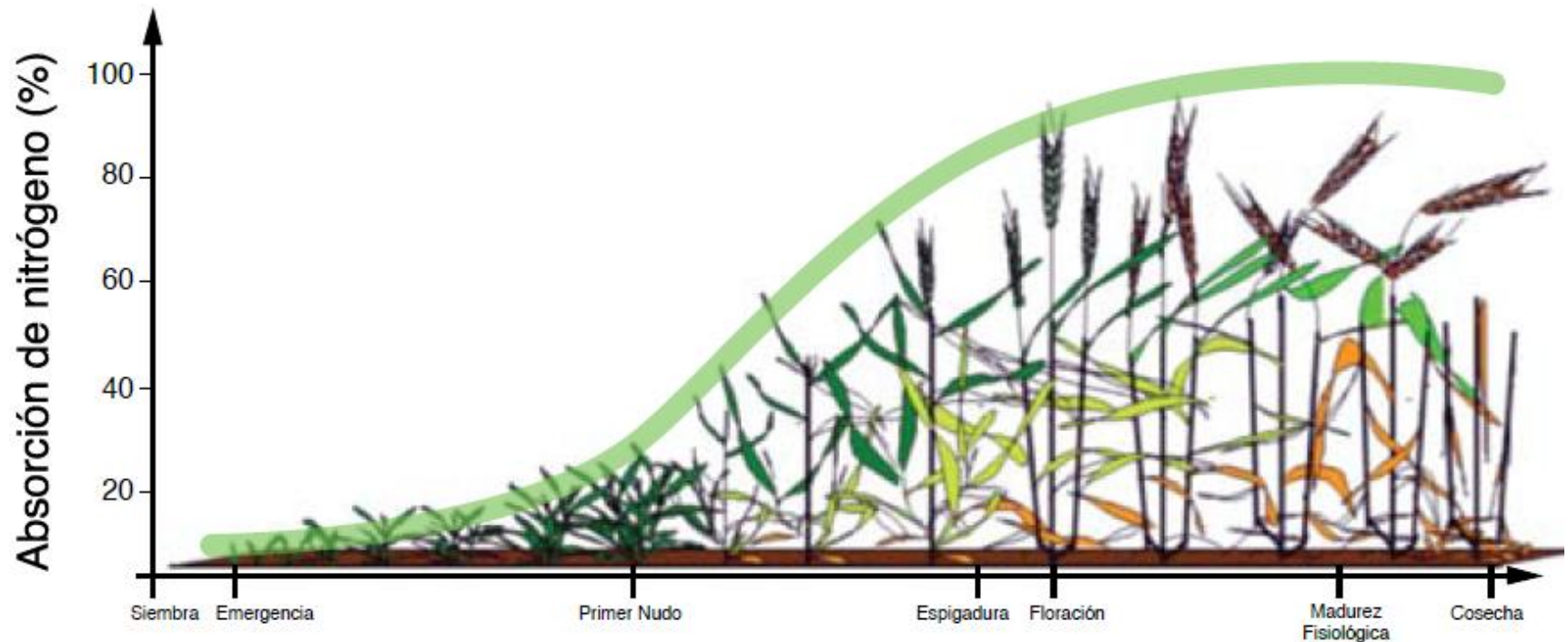
# Ton Trigo/ha, % Proteína en grano, Unidades Nitrógeno/há, para California, Dakota del Norte, Canadá, Chile y México





Momento de Aplicación  
de Nitrógeno

# Curva de absorción de Nitrógeno

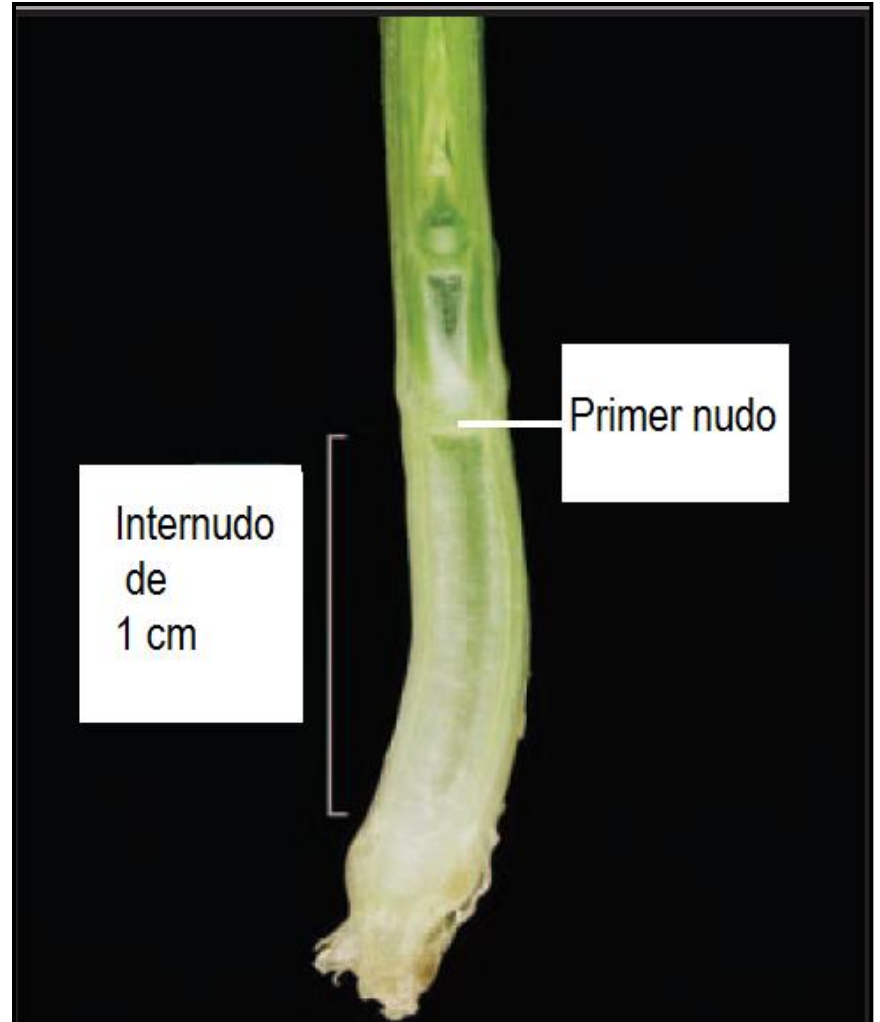


Aparición de Macollos		Creclimiento Tallo	Llenado Grano
		Creclimiento Espiga	
Creclimiento de Raíces			Senescencia del cultivo movimiento de N desde hojas y tallos al grano
Lento crecimiento del cultivo Bajo uso de N		Rápido crecimiento del cultivo Alto uso de N	



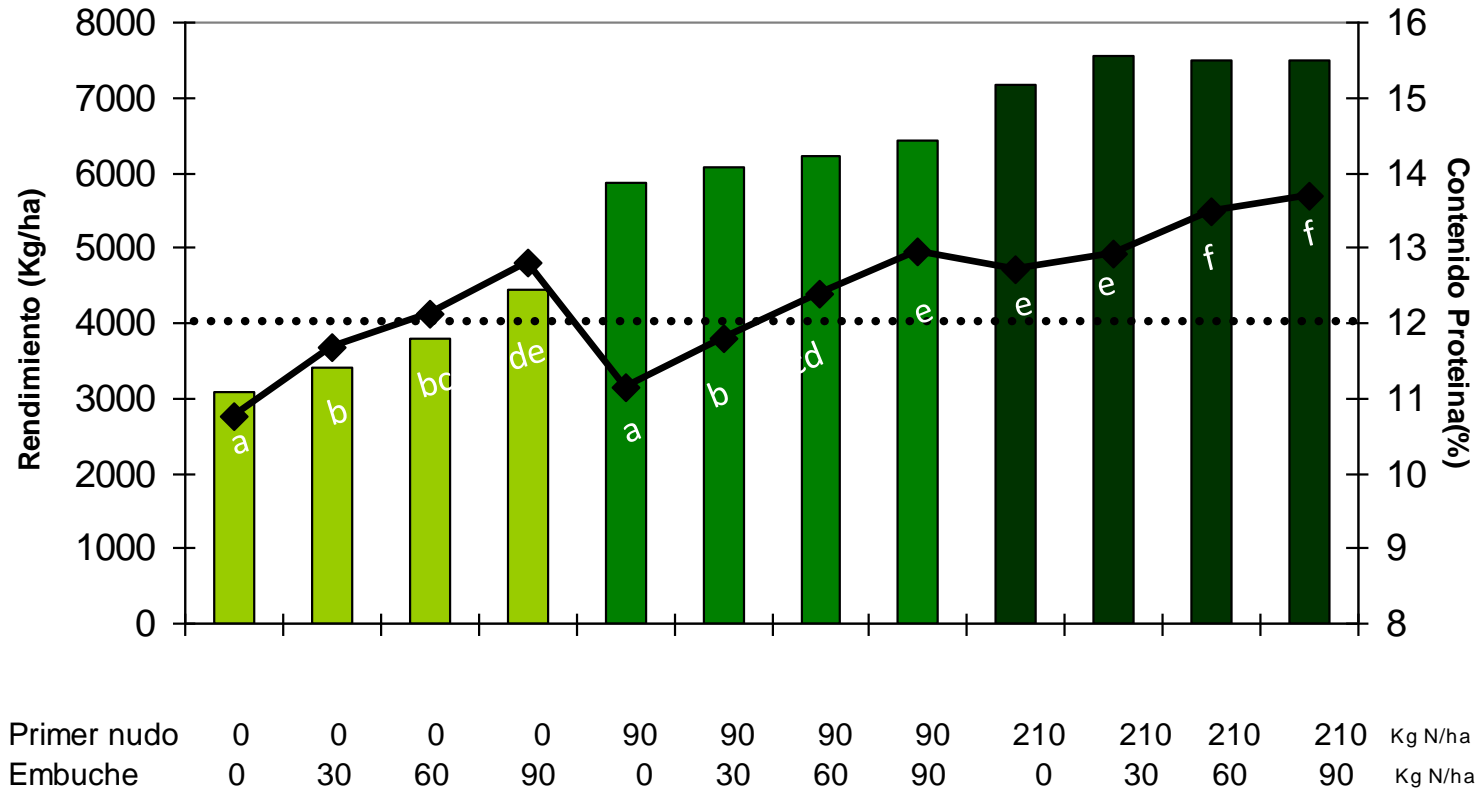


Corte transversal del tallo principal



Primer nudo

# Alto rendimiento y contenido de proteína



# Diagnóstico de nitrógeno para rendimiento y calidad. Calibración de clorímetro minolta SPAD



# Objetivo General

Asociar rendimiento y contenido de proteína con mediciones SPAD en los estados de primer nudo y embuche en trigo candeal variedades Llaretta y Corcolén INIA tratados con distinta cantidad y parcialización de N bajo condiciones de riego.



# Tratamientos

Tratamientos	Parcialización (kg ha <sup>-1</sup> )			Dosis total de N (kg ha <sup>-1</sup> )
	N siembra	N primer nudo	N embuche	
1 (testigo)	0	0	0	0
2	60	0	0	60
3	120	0	0	120
4	180	0	0	180
5	0	180	0	180
6	60	120	0	180
7	120	60	0	180
8	80	120	40	240

- 2 ensayos: variedad Llaretá y Corcolén
- Diseño en bloques completos al azar
- 4 repeticiones

# Rendimiento y componentes

Tratamiento	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso Seco 1000 granos (g)	Granos m <sup>-2</sup>
1	0 <sup>a</sup> -0 <sup>b</sup> -0 <sup>c</sup>	3.493 c	55,0	6.355 c
2	60-0-0	6.505 b	53,1	12.203 b
3	120-0-0	7.861 ab	54,1	14.542 a
4	180-0-0	8.091 a	52,3	15.481 a
5	0-180-0	7.982 a	54,7	14.591 a
6	60-120-0	8.411 a	55,3	15.247 a
7	120-60-0	8.394 a	54,1	15.516 a
8	80-120-40	8.407 a	51,4	16.426 a
	C.V. (%)	11,9	4,9	10,7

Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Rendimiento y componentes

Tratamiento	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso Seco 1000 granos (g)	Granos m <sup>-2</sup>
1	0 <sup>a</sup> -0 <sup>b</sup> -0 <sup>c</sup>	3.493 c	55,0	6.355 c
2	60-0-0	6.505 b	53,1	12.203 b
3	120-0-0	7.861 ab	54,1	14.542 a
4	180-0-0	8.091 a	52,3	15.481 a
5	0-180-0	7.982 a	54,7	14.591 a
6	60-120-0	8.411 a	55,3	15.247 a
7	120-60-0	8.394 a	54,1	15.516 a
8	80-120-40	8.407 a	51,4	16.426 a
	C.V. (%)	11,9	4,9	10,7

Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Rendimiento y componentes

Tratamiento	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso Seco 1000 granos (g)	Granos m <sup>-2</sup>
1	0 <sup>a</sup> -0 <sup>b</sup> -0 <sup>c</sup>	3.493 c	55,0	6.355 c
2	60-0-0	6.505 b	53,1	12.203 b
3	120-0-0	7.861 ab	54,1	14.542 a
4	180-0-0	8.091 a	52,3	15.481 a
5	0-180-0	7.982 a	54,7	14.591 a
6	60-120-0	8.411 a	55,3	15.247 a
7	120-60-0	8.394 a	54,1	15.516 a
8	80-120-40	8.407 a	51,4	16.426 a
	C.V. (%)	11,9	4,9	10,7

Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



# Rendimiento y componentes

Tratamiento	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso Seco 1000 granos (g)	Granos m <sup>-2</sup>
1	0 <sup>a</sup> -0 <sup>b</sup> -0 <sup>c</sup>	3.493 c	55,0	6.355 c
2	60-0-0	6.505 b	53,1	12.203 b
3	120-0-0	7.861 ab	54,1	14.542 a
4	180-0-0	8.091 a	52,3	15.481 a
5	0-180-0	7.982 a	54,7	14.591 a
6	60-120-0	8.411 a	55,3	15.247 a
7	120-60-0	8.394 a	54,1	15.516 a
8	80-120-40	8.407 a	51,4	16.426 a
	C.V. (%)	11,9	4,9	10,7

Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Rendimiento y componentes

Tratamiento	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso Seco 1000 granos (g)	Granos m <sup>-2</sup>
1	0 <sup>a</sup> -0 <sup>b</sup> -0 <sup>c</sup>	3.493 c	55,0	6.355 c
2	60-0-0	6.505 b	53,1	12.203 b
3	120-0-0	7.861 ab	54,1	14.542 a
4	180-0-0	8.091 a	52,3	15.481 a
5	0-180-0	7.982 a	54,7	14.591 a
6	60-120-0	8.411 a	55,3	15.247 a
7	120-60-0	8.394 a	54,1	15.516 a
8	80-120-40	8.407 a	51,4	16.426 a
	C.V. (%)	11,9	4,9	10,7

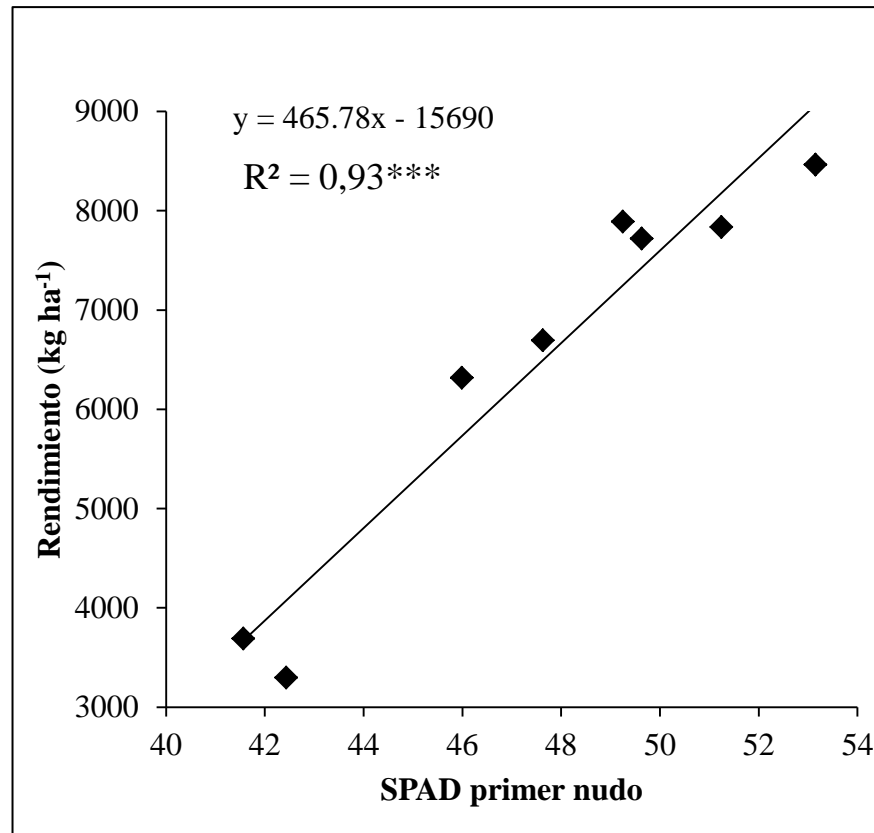
Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Contenido de proteína en grano

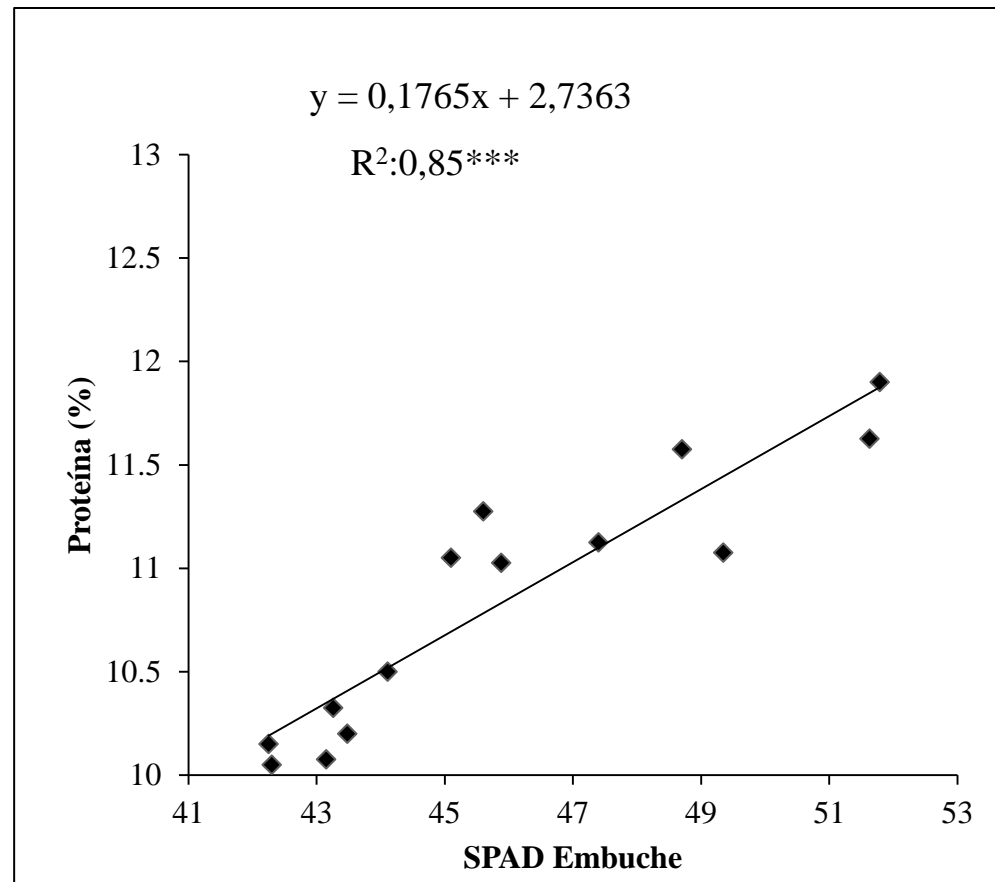
Tratamientos	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	Proteína en grano (%)
1	0 <sup>a</sup> -0 <sup>b</sup> -0 <sup>c</sup>	10,1 d
2	60-0-0	10,1 d
3	120-0-0	10,4 d
4	180-0-0	11,1 bc
5	0-180-0	11,7 b
6	60-120-0	11,3 bc
7	120-60-0	11,0 c
8	80-120-40	12,6 a
	C.V. (%)	1,92

Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Relación entre rendimiento y SPAD



# Regresión entre SPAD en embuche y porcentaje de proteína en grano



# Eficiencia uso del nitrógeno (EUN)

Tratamiento	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	EUN (kg grano kg <sup>-1</sup> N)	Eficiencia fisiológica (kg grano kg <sup>-1</sup> N)	Eficiencia de absorción (%)
1	0 <sup>a</sup> -0 <sup>b</sup> -0 <sup>c</sup>	-	-	-
2	60-0-0	50,1 a	63,3 a	93,1
3	120-0-0	36,4 ab	48,8 ab	77,0
4	180-0-0	25,5 bc	39,3 abc	66,1
5	0-180-0	24,9 bc	32,5 bc	81,6
6	60-120-0	27,3 bc	45,5 abc	64,1
7	120-60-0	27,2 bc	42,9 abc	69,2
8	80-120-40	20,4 c	30,5 c	70,3
				ns
	C.V.	7,3	8,3	8,4

Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Eficiencia uso del nitrógeno (EUN)

Tratamiento	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	EUN (kg grano kg <sup>-1</sup> N)	Eficiencia fisiológica (kg grano kg <sup>-1</sup> N)	Eficiencia de absorción (%)
1	0 <sup>a</sup> -0 <sup>b</sup> -0 <sup>c</sup>	-	-	-
2	60-0-0	50,1 a	63,3 a	93,1
3	120-0-0	36,4 ab	48,8 ab	77,0
4	180-0-0	25,5 bc	39,3 abc	66,1
5	0-180-0	24,9 bc	32,5 bc	81,6
6	60-120-0	27,3 bc	45,5 abc	64,1
7	120-60-0	27,2 bc	42,9 abc	69,2
8	80-120-40	20,4 c	30,5 c	70,3
				ns
	C.V. (%)	7,3	8,3	8,4

Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

# Eficiencia uso del nitrógeno (EUN)

Tratamiento	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	EUN (kg grano kg <sup>-1</sup> N)	Eficiencia fisiológica (kg grano kg <sup>-1</sup> N)	Eficiencia de absorción (%)
1	0 <sup>a</sup> -0 <sup>b</sup> -0 <sup>c</sup>	-	-	-
2	60-0-0	50,1 a	63,3 a	93,1
3	120-0-0	36,4 ab	48,8 ab	77,0
4	180-0-0	25,5 bc	39,3 abc	66,1
5	0-180-0	24,9 bc	32,5 bc	81,6
6	60-120-0	27,3 bc	45,5 abc	64,1
7	120-60-0	27,2 bc	42,9 abc	69,2
8	80-120-40	20,4 c	30,5 c	70,3
	C.V. (%)	7,3	8,3	8,4

Letras distintas representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



# CONCLUSIONES

- Bajo condiciones de riego en clima Mediterráneo, el SPAD es una herramienta factible de usar con el fin de estimar rendimiento y contenido de proteína en el grano midiendo en los estados de primer nudo y embuche, respectivamente.



## Equipo de Trabajo:

- Edmundo Acevedo
- Juliette Kolopp
- Nicolás Gomara
- Rosa Peralta

[www.sap.uchile.cl](http://www.sap.uchile.cl)

