

Fertilización nitrogenada de avena en dos zonas agroecológicas de La Araucanía: impacto en el rendimiento y margen bruto del cultivo.

Adolfo Montenegro B., Ing. Agrónomo M. Sc.; Alejandra Godoy I., Ing. Civil Industrial MBA;
Mónica Mathías R., Ing. Agrónomo M. Sc.; Haroldo Salvo G., Ing. Agrónomo Ph. D.;
Nelson Espinoza N., Ing. Agrónomo M.Sc.; Juan Carlos Palma G., Ing. Agrónomo;
Carlos Toro C., Ing. Ejec. Agrícola; Héctor Pauchard C., Técnico Agrícola

amontene@inia.cl

En Chile la avena ocupa el tercer lugar en superficie cultivada con cereales, luego de trigo y maíz, alcanzando 126.833 ha sembradas en la temporada 2012/2013 (Odepa, 2013). Este cultivo es relevante para la Región de La Araucanía, en donde se posiciona en el segundo lugar en superficie y representa al 60% del área nacional sembrada con este cereal (Odepa, 2013). En general, en La Araucanía el cultivo es establecido principalmente en las zonas agroecológicas del Secano Interior y Valle Central.

En la zona del Secano Interior predominan suelos rojo arcillosos y transicionales, y en la zona del Valle Central los suelos trumaos (planos y de lomajes). Los suelos rojo arcillosos se caracterizan por un alto contenido de arcilla, una alta densidad aparente, contenido de materia orgánica bajo a medio, textura superficial franco arcillosa, alta a muy alta respuesta al nitrógeno por los cultivos y mayor dificultad para su laboreo que los suelos trumaos. El comportamiento agronómico de los suelos transicionales es similar a los rojos arcillosos. Por otra parte, los suelos trumaos destacan por su alto contenido de materia orgánica, baja densidad aparente, alta porosidad, textura superficial franco limosa, respuesta media a alta al nitrógeno por los cultivos y no presentan dificultades para su laboreo.



Respecto a los requerimientos nutricionales del cultivo de avena, este necesita de nutrientes esenciales (17) para su normal desarrollo, siendo particularmente importante el nitrógeno (N) ya que participa en procesos de absorción iónica, fotosíntesis, multiplicación y diferenciación celular, respiración y metabolismo de las plantas (Montenegro *et al.*, 2011).

El N se encuentra en el suelo en forma orgánica (95-99%), y en forma mineral disponible para las plantas (2-3%). La avena para su nutrición absorbe el N suministrado por el suelo y el fertilizante nitrogenado. La mayor respuesta en rendimiento se obtiene con bajos niveles de disponibilidad de N en el suelo (< 20 mg/kg). Esta depende del tipo de suelo, contenido de materia orgánica, fertilización del cultivo anterior y rotación de cultivos.

El N es el nutriente más requerido y absorbido por la avena, decisivo para aumentar el rendimiento de grano y mejorar su calidad (Rodríguez y Campillo, 2006). Con deficiencia de N, la avena presenta síntomas generales como: escaso desarrollo, crecimiento alargado y delgado, coloración verde amarillenta de las hojas basales que progresa hacia las hojas nuevas, escasa macolla y follaje ralo (Montenegro *et al.*, 2011).



Para lograr un adecuado efecto de la fertilización nitrogenada en la expresión del potencial productivo de avena, debe utilizarse semilla legal de variedades recomendadas para cada localidad, en una dosis de 120 kg/ha, desinfectada con fungicida sistémico e insecticida. Además deben realizarse oportunamente las labores de preparación de suelos, siembra, control de malezas, aplicaciones de N, corrección de limitaciones físicas ("pie de arado") y problemas de drenaje en el suelo.

El control de malezas en el cultivo de avena es clave ya que compiten con la avena por agua, luz y nutrientes, por lo que es conveniente realizar un barbecho químico (glifosato) antes de sembrar. Luego de la emergencia del cultivo, las malezas de hoja ancha pueden controlarse eficazmente con una mezcla de metsulfuron metil y MCPA amina. Las gramíneas (ballica y cola de zorro) deben controlarse mediante un herbicida preemergente (propisoclor), aplicado preferentemente en los primeros cinco días después de la siembra de este cereal. La avenilla no debe controlarse en el cultivo de avena después de la siembra.

Previo a la siembra de avena, el suelo debe muestrearse (0-20 cm de profundidad) para su análisis químico (laboratorio de suelos), con el fin de conocer su estado nutricional y establecer la dosis de fertilización del cultivo, como también para corregir problemas de acidez del suelo mediante enmiendas.

La dosis total de N debe aplicarse fraccionadamente para aumentar la eficiencia de su uso por el cultivo. Es conveniente aplicar 25 kg de N/ha al surco, junto a otros fertilizantes a la siembra (ej. fosfatados y potásicos, entre otros); el resto de la dosis debe aplicarse al voleo a inicios de macolla (50%) y en plena macolla (50%), con humedad adecuada en el suelo. Ello permitirá lograr un alto rendimiento de grano, siempre y cuando no ocurran limitaciones climáticas (déficit hídrico en llenado de granos, heladas en floración, otras).

I. Efecto del nitrógeno en el rendimiento de grano, de acuerdo a la zona agroecológica.

- **Zona Agroecológica del Secano Interior.**

Las Figuras 1 y 2 muestran los resultados de los ensayos realizados en un suelo transicional de la comuna de Traiguén (siembras de invierno en mayo), bajo condiciones de secano y laboreo de suelos convencional, y sin uso de regulador de crecimiento.

La fertilización nitrogenada tiene un importante efecto sobre el rendimiento y calidad del grano de avena, en este tipo de suelo. Al respecto, con una adecuada precipitación anual (temporada 2010-2011) y buena distribución de ella en primavera (noviembre y diciembre) (Figura 3) es posible lograr altos rendimientos de grano, en función de la dosis de nitrógeno aplicada. Así por ejemplo, el rendimiento de grano de Supernova INIA (Figura 1) fue de 78 qqm/ha con una dosis óptima de N de 163 kg/ha, mientras que con Urano INIA fue de 68 qqm/ha con la dosis óptima de 150 kg de N/ha.

En la temporada 2011-2012 hubo un déficit de precipitaciones en primavera, particularmente durante floración y llenado de granos (noviembre-diciembre) (Figura 4), lo que produjo rendimientos de grano más bajos en ambas variedades (Figura 2) en comparación a la temporada anterior (Figura 1). Sin embargo, a pesar de

esta reducción, también se observó un incremento en dicho rendimiento con el aumento de la dosis de nitrógeno aplicada (Figura 2). En este caso Supernova INIA alcanzó un rendimiento de grano de 71 qqm/ha con una dosis óptima aplicada de 200 kg de N/ha, mientras Urano INIA logró un rendimiento de 58 qqm/ha a la dosis óptima de 162 kg de N/ha.

Al comparar las variedades de avena a una dosis común de 150 kg de N/ha aplicado, en una temporada sin déficit hídrico en primavera (noviembre-diciembre), Supernova INIA logra un rendimiento de grano (78 qqm/ha) notoriamente superior al de Urano INIA (68 qqm/ha); con déficit hídrico el rendimiento de Supernova INIA (64 qqm/ha) también es mayor que el alcanzado con Urano INIA (58 qqm/ha) (Cuadro 1). Por su parte, el rendimiento de Supernova INIA a esta dosis de nitrógeno, en una temporada con déficit hídrico, es 17 % inferior al logrado sin esta restricción (78 qqm/ha). Con Urano INIA también se aprecia esta tendencia, siendo su rendimiento en la temporada con dicho déficit (58 qqm/ha) un 15% inferior al logrado sin esta limitación (68 qqm/ha) (Cuadro 1).

La eficiencia agronómica de uso de N (EAN) (cantidad de grano producido por cantidad de N aplicado) de ambas variedades es claramente superior en una temporada sin déficit pluviométrico, durante la floración y llenado de granos (noviembre-diciembre) (2010-2011), que en aquella con dicho problema (2011-2012) (Cuadro 1). No obstante, independiente de la dosis de N, Supernova INIA muestra una mayor EAN que Urano INIA.

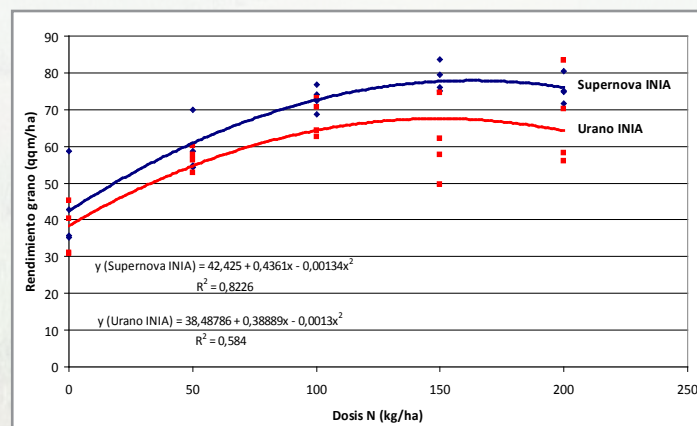


Figura 1. Dosis de N versus rendimiento de grano de avena. Traiguén 2010-2011

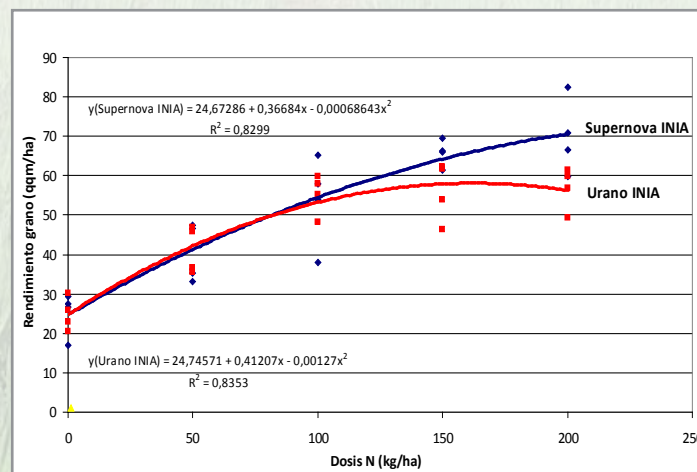


Figura 2. Dosis de N versus rendimiento de grano de avena. Traiguén, 2011-2012.

Cuadro 1. Rendimiento de grano y eficiencia agronómica de uso de N (EAN) cv. Supernova INIA y Urano INIA, sin regulador de crecimiento. Traiguén, 2010-2011 y 2011-2012.*

Dosis N (kg/ha) **	Rendimiento grano (qqm/ha)		(EAN) (kg de grano/kg de N aplicado)	
	Supernova INIA	Urano INIA	Supernova INIA	Urano INIA
Temporada 2010-2011				
100	73	64	73	64
150	78	68	52	45
200	76	64	38	32
Temporada 2011-2012				
100	55	53	55	53
150	64	58	43	39
200	71	56	35	28

* Fertilización base según análisis de suelo.

** Fuente N: nitrato de amonio cálcico-magnésico

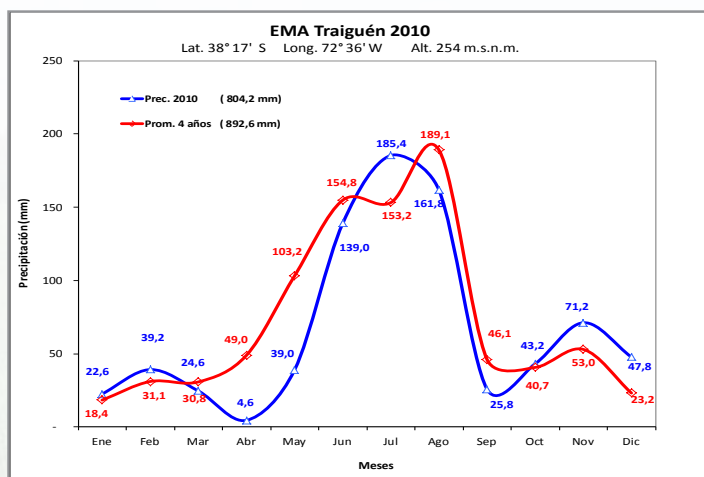


Figura 3. Distribución mensual de la precipitación año 2010 versus precipitación mensual promedio de 4 años. Traiguén.

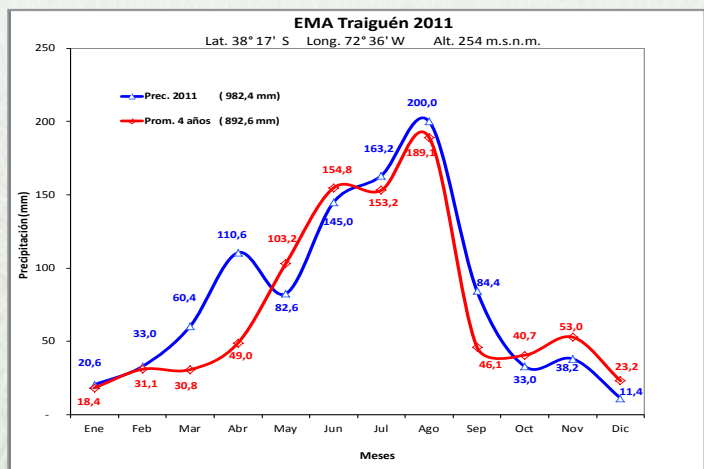


Figura 4. Distribución mensual de la precipitación año 2011 versus precipitación mensual promedio de 4 años. Traiguén.

El peso de hectolitro y la extracción de grano pelado de ambas variedades de avena, independientemente de la dosis de N, se encuentran dentro de los rangos requeridos por la industria, siendo ligeramente superiores aquellos logrados con Urano INIA (Cuadro 2). La altura de las plantas aumenta con el incremento de la dosis de nitrógeno, siendo mayor en Urano INIA que en Supernova INIA.

Cuadro 2. Dosis de nitrógeno versus extracción de grano pelado, peso de hectolitro y altura de la avena cv. Supernova INIA y Urano INIA. Traiguén, 2010-2011.

Dosis N (kg/ha)	Supernova INIA			Urano INIA		
	Extracción grano pelado (%)	Peso Hectolitro (kg/hL)	Altura (cm)	Extracción grano pelado (%)	Peso Hectolitro (kg/hL)	Altura (cm)
0	69	57	111	71	58	108
50	70	58	119	72	58	123
100	71	57	123	72	59	131
150	71	58	126	73	58	143
200	73	58	130	71	57	143

Tanto con precipitación adecuada o con déficit de ella, durante el período de floración y llenado de granos (noviembre-diciembre), Supernova INIA logra un mayor rendimiento de grano y una mayor EAN que Urano INIA, particularmente con dosis altas de N (ej. 150 kg/ha). Esto demuestra su mayor potencial productivo, en suelos transicionales y rojo arcillosos del Secano Interior de La Araucanía.

• **Zona Agroecológica del Valle Central.**

En esta zona agroecológica los ensayos se efectuaron en un suelo trumao (serie Vilcún) del Centro Regional INIA Carillanca (comuna de Vilcún) durante tres temporadas agrícolas (2010-2013), con siembras de primavera en agosto, bajo condiciones de secano, laboreo de suelos convencional, y con aplicación u omisión de regulador de crecimiento a la avena. Los resultados obtenidos pueden apreciarse en las Figuras 5, 6, 8 y 11.

La fertilización nitrogenada también ejerce un considerable efecto sobre el rendimiento y la calidad del grano de avena, en suelos del Valle Central de La Araucanía. En relación a esto, con adecuada precipitación anual (temporada 2010-2011) y buena distribución de la misma en primavera (noviembre y diciembre) (Figura 7), se obtuvieron elevados rendimientos de grano en función de la dosis de N aplicada, particularmente de aquellas más elevadas (150 y 200 kg/ha). Dicho rendimiento fue mayor con Supernova INIA que con Urano INIA, ya sea con aplicación u omisión de regulador de crecimiento (Figuras 5 y 6). A modo de ejemplo, sin aplicación de dicho regulador, el rendimiento de Supernova INIA fue de 87 qqm/ha con una dosis óptima de 211 kg de N/ha, mientras que con Urano INIA fue de 67 qqm/ha a su respectiva dosis óptima de N (202 kg/ha) (Figura 5).

Con aplicación de regulador de crecimiento, Supernova INIA logró un mayor rendimiento de grano que sin su aplicación, siendo éste de 91 qqm/ha a la dosis óptima de N (201 kg/ha). Lo mismo ocurre con Urano INIA cuyo rendimiento fue de 77 qqm/ha a su respectiva dosis óptima de N (194 kg/ha), (Figura 6).

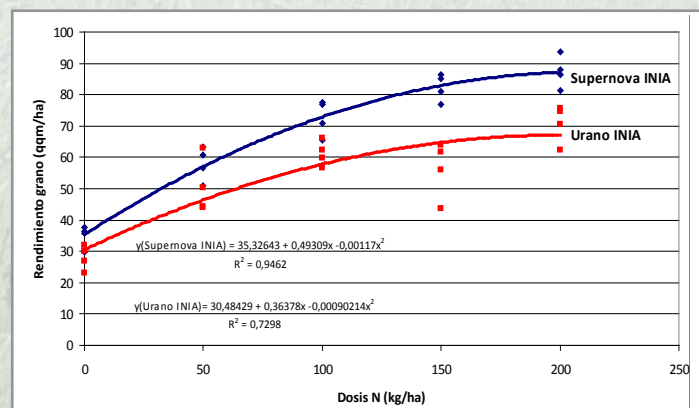


Figura 5. Dosis de N versus rendimiento de grano de avena. Sin regulador de crecimiento. Carillanca, 2010-2011.

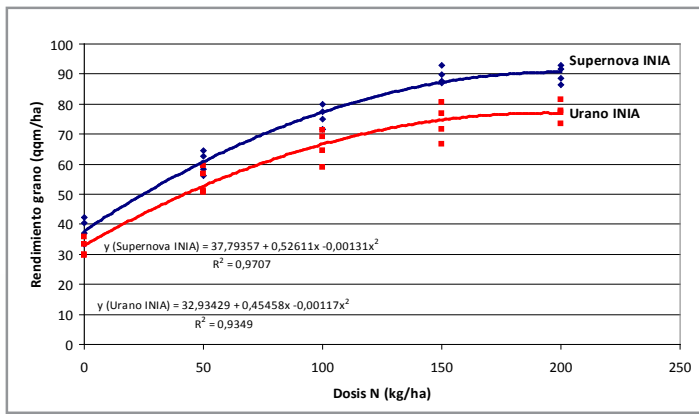


Figura 6. Dosis de N versus rendimiento de grano de avena. Con regulador de crecimiento. Carillanca, 2010-2011.

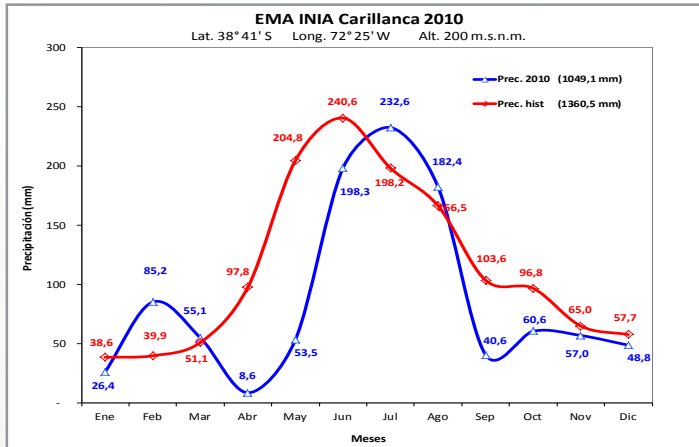


Figura 7. Distribución mensual de la precipitación año 2010 versus precipitación mensual promedio de 48 años. Carillanca.

Al comparar el comportamiento de las variedades de avena, a una dosis común de 150 kg de N/ha, en la temporada 2010-2011 [sin déficit pluviométrico en el período de floración y llenado de granos (noviembre-diciembre)], Supernova INIA obtuvo un mayor rendimiento de grano (87 qqm/ha) con la aplicación de regulador de crecimiento que sin su aplicación (83 qqm/ha). Similar tendencia ocurrió con la variedad Urano INIA. El rendimiento logrado con Supernova INIA fue muy superior al de Urano INIA a la misma dosis de N aplicada (Cuadro 3). En general, Supernova INIA permite lograr un mayor rendimiento de grano y una mayor EAN que Urano INIA, particularmente con dosis altas de N (p.ej. 150 y 200 kg/ha) (Cuadro 3), ya sea en condiciones de aplicación u omisión de regulador de crecimiento al cultivo.

Cuadro 3. Rendimiento de grano y eficiencia agronómica de uso de N (EAN) cv. Supernova INIA y Urano INIA, con y sin regulador de crecimiento. Carillanca, 2010-2011.*

Dosis N (kg/ha)**	Rendimiento grano (qqm/ha)		(EAN) (kg de grano/kg de N aplicado)	
	Supernova INIA	Urano INIA	Supernova INIA	Urano INIA
Sin regulador de crecimiento				
100	73	58	73	58
150	83	65	55	43
200	87	67	44	34
Con regulador de crecimiento				
100	77	67	77	67
150	87	75	58	50
200	91	77	45	39

* Fertilización base según análisis de suelo.

** Fuente de N: nitrato de amonio cálcico-magnésico

El peso de hectolitro y la extracción de grano pelado de ambas variedades, se encuentra en el rango indicado por Beratto (2006), ya sea con o sin aplicación de regulador de crecimiento (Cuadro 4). La altura aumenta con el incremento de la dosis de N, siendo mayor en Urano INIA que en Supernova INIA. Con aplicación de regulador de crecimiento la altura se reduce en ambas variedades.

Cuadro 4. Dosis de nitrógeno versus extracción de grano pelado, peso de hectolitro y altura de la avena cv. Supernova INIA y Urano INIA (con y sin regulador de crecimiento). Carillanca, 2010-2011.

Dosis N (kg/ha)	Supernova INIA			Urano INIA		
	Extracción grano pelado (%)	Peso Hectolitro (kg/hL)	Altura (cm)	Extracción grano pelado (%)	Peso Hectolitro (kg/hL)	Altura (cm)
Sin regulador de crecimiento						
0	69	55	89	70	56	95
50	69	55	113	70	56	125
100	69	55	114	70	56	138
150	68	55	120	69	57	136
200	67	54	121	67	55	136
Con regulador de crecimiento						
0	67	55	80	67	56	74
50	67	54	91	66	55	94
100	66	55	99	67	56	121
150	66	54	108	65	56	123
200	64	54	109	63	55	128

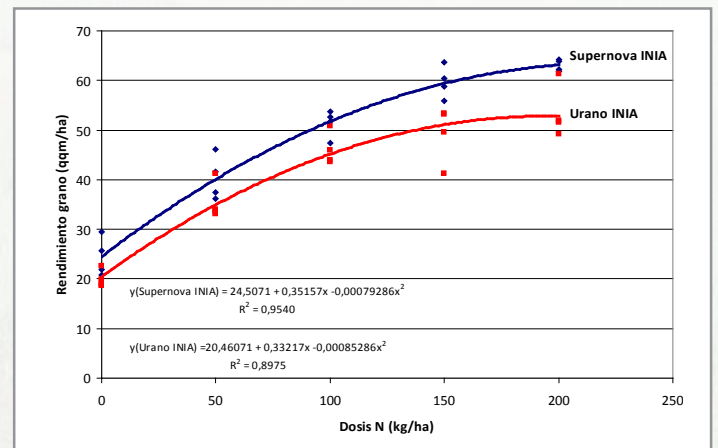


Figura 8. Dosis de N versus rendimiento de grano de avena. Sin regulador de crecimiento. Carillanca, 2011-2012.

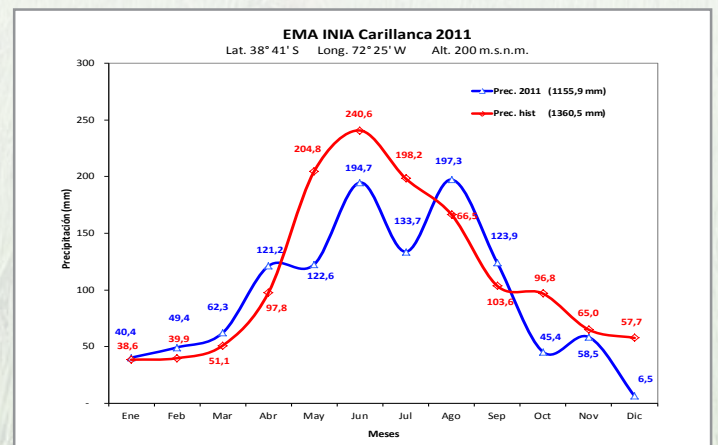


Figura 9. Distribución mensual de la precipitación año 2011 versus precipitación mensual promedio de 48 años. Carillanca

En la temporada 2011-2012, ocurrió un fuerte déficit de precipitación en diciembre de 2011, respecto del promedio histórico mensual, durante el período de llenado de granos (Figura 9). Esto ocasionó una disminución considerable de rendimiento de grano de ambas variedades (Figura 8), en este suelo trumao (sin regulador de crecimiento), con respecto al obtenido en la temporada 2010-2011 (Figura 5) con precipitaciones normales en noviembre y diciembre. No obstante, pese a que se obtuvieron rendimientos medios, también se observó un incremento del rendimiento de grano con el aumento de la dosis de nitrógeno aplicada (Figura 8).

Por otra parte, aún cuando exista un déficit pluviométrico durante la primavera, si ocurre una alta precipitación en diciembre, superior al promedio histórico del mes, como es el caso de la temporada 2012-2013 (Figura 10), también pueden obtenerse rendimientos de grano medios a altos (sin regulador de crecimiento). Es así como el rendimiento de grano de las variedades de avena también aumentó con el incremento de la dosis de N, siendo mayor el logrado por Supernova INIA que por Urano INIA (Figura 11). El rendimiento de grano de Supernova INIA fue de 76 qqm/ha, con la dosis óptima de N (248 kg/ha) y el de Urano INIA de 58 qqm/ha a su respectiva dosis óptima de N (179 kg/ha). El rendimiento de ambas variedades es inferior al logrado por ellas en temporadas sin restricción pluviométrica en la primavera (noviembre y diciembre).

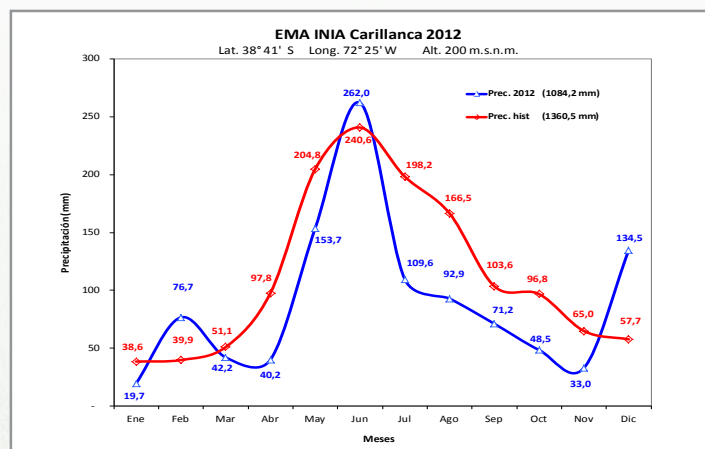


Figura 10. Distribución mensual de la precipitación año 2012 versus precipitación mensual promedio de 48 años. Carillanca.

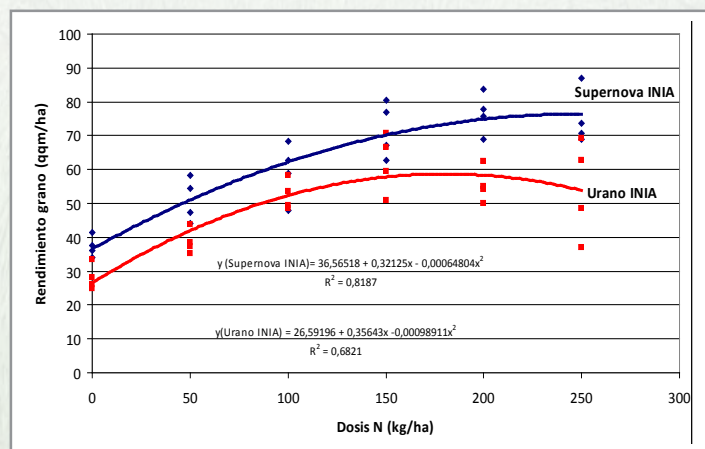


Figura 11. Dosis de N versus rendimiento de grano de avena. Sin regulador de crecimiento. Carillanca, 2012-2013.

La eficiencia agronómica de uso de N (EAN: cantidad de grano producido por cantidad de N aplicado) de ambas variedades (sin regulador de crecimiento), es superior en una temporada sin déficit pluviométrico (2010-2011) en floración y llenado de granos (noviembre-diciembre) (Cuadro 3, Figura 7), con respecto a una con déficit antes de diciembre (2012-2013) (Figura 10, Cuadro 5). La EAN de Supernova INIA es superior a la de Urano INIA en los distintos niveles de fertilización nitrogenada. Por su parte, al comparar las variedades de avena a una dosis común de 150 kg de N/ha, Supernova INIA también logró en la temporada 2012-2013 un rendimiento de grano (70 qqm/ha) superior al de Urano INIA (58 qqm/ha) (Cuadro 5). Sin embargo, los rendimientos de estas variedades son mayores en una temporada sin déficit hídrico en noviembre y diciembre (83 y 65 qqm/ha, respectivamente) (Cuadro 3).

Cuadro 5. Rendimiento de grano y eficiencia agronómica de uso de N (EAN) cv. Supernova INIA y Urano INIA, sin regulador de crecimiento. Carillanca, 2012-2013.*

Dosis N (kg/ha)**	Rendimiento grano (qqm/ha)		(EAN) (kg de grano/kg de N aplicado)	
	Supernova INIA	Urano INIA	Supernova INIA	Urano INIA
100	62	52	62	52
150	70	58	47	39
200	75	58	38	29

* Fertilización base según análisis de suelo.

** Fuente de N: nitrato de amonio cálcico-magnésico

El peso de hectolitro y la extracción de grano pelado de ambas variedades de avena, independientemente de la dosis de N, se encuentra en valores adecuados para la industria, siendo ligeramente superiores los de Supernova INIA (Cuadro 6). La altura de las plantas aumenta con el incremento de la dosis de N, siendo mayor en Urano INIA que en Supernova INIA.

Cuadro 6. Dosis de nitrógeno vs extracción de grano pelado, peso de hectolitro y altura de la avena cv. Supernova INIA y Urano INIA (sin regulador de crecimiento). Carillanca, 2012-2013.

Dosis N (kg/ha)	Supernova INIA			Urano INIA		
	Extracción grano pelado (%)	Peso Hectolitro (kg/hL)	Altura (cm)	Extracción grano pelado (%)	Peso Hectolitro (kg/hL)	Altura (cm)
0	71	56	75	70	55	74
50	70	56	95	71	55	95
100	71	56	103	71	55	110
150	72	57	113	73	55	128
200	72	57	115	73	55	131
250	73	58	118	74	55	130

Supernova-INIA tiene un mayor potencial productivo que Urano-INIA en siembras de primavera, con alta fertilización N, en los suelos trumaos del Valle Central de La Araucanía.

En resumen, la utilización de dosis de 150-200 kg de N/ha permite lograr altos rendimientos de grano de la variedad Supernova-INIA, en las zonas agroecológicas del Secano Interior y Valle Central de La Araucanía, siempre que se realice un manejo adecuado del cultivo y no ocurran eventos climáticos que afecten la expresión del potencial del rendimiento del cultivo.

II. Margen Bruto y Costos de Producción.

El margen bruto (MB) para cada variedad de avena, en ambas zonas agroecológicas, se determinó en base al rendimiento de

grano mediante la ecuación: **MB=ingreso–costo**, considerando las variables indicadas en cuadro 7 y su estructura de costos en cuadro 8.

Cuadro 7. Variables para determinación del margen bruto.

Ingreso		Costo (*)	
Ingreso	= Rendimiento x Precio quintal métrico	Costo	= Costo Directo + 3,7 x N x Precio CAN 27
Rendimiento	= a + bN - cN ²	Costo Directo	= Fila Costo Directo del Cuadro 8
Donde:		Donde:	
	<ul style="list-style-type: none"> a, b y c: coeficientes de la ecuación N: dosis de nitrógeno en kg/ha Precio quintal métrico: \$ 13.000 		<ul style="list-style-type: none"> N: dosis de nitrógeno en kg/ha, considerando valores de 0 a 250. Precio CAN 27: \$ 262/kg

(*): no considera arriendo del suelo, pago de asesoría agronómica, costo financiero, gastos generales e imprevistos.

Cuadro 8. Detalle del costo directo por hectárea de acuerdo a la localidad (valores sin IVA).

Item	Detalle	Valor Unitario (\$)	Unidad	Cantidad			Totales \$			
				Traiguén sin regulador	Carillanca sin regulador	Carillanca con regulador	Traiguén sin regulador	Carillanca sin regulador	Carillanca con regulador	
Maquinarias	Rastraje discos	18.000	ha	2	2	2	36.000	36.000	36.000	
Maquinarias	Cinzel	8.000	ha	2	-	-	16.000	0	0	
Maquinarias	Vibrocultivador	8.000	ha	1	1	1	8.000	8.000	8.000	
Maquinarias	Rodón	8.000	ha		1	1	0	8.000	8.000	
Maquinarias	Sembradora	20.000	ha	1	1	1	20.000	20.000	20.000	
Maquinarias	Fumigadora	8.000	ha	3	3	4	24.000	24.000	32.000	
Maquinarias	Trompo abonador	8.000	ha	2	2	2	16.000	16.000	16.000	
Maquinarias	Cosechadora	35.000	ha	1	1	1	35.000	35.000	35.000	
Insumos	Semilla	275	kg	120	120	120	33.000	33.000	33.000	
Insumos	Desinfectante semilla fungicida	4.597	L	0,28	0,28	0,28	1.287	1.287	1.287	
Insumos	Desinfectante semilla insecticida	72.105	L	0,154	0,154	0,154	11.104	11.104	11.104	
Insumos	Superfosfato triple	304	kg	240	240	240	72.960	72.960	72.960	
Insumos	Muriato de potasio	273	kg	83	83	83	22.659	22.659	22.659	
Insumos	Barbecho químico 1	2.758	L	3	3	3	8.274	8.274	8.274	
Insumos	Barbecho químico 2	17.746	L	0,5	0,5	0,5	8.873	8.873	8.873	
Insumos	Herbicida 1	5.458	kg	0,75	0,75	0,75	4.094	4.094	4.094	
Insumos	Herbicida 2	32.048	L	0,12	0,12	0,12	3.846	3.846	3.846	
Insumos	Herbicida 3	114.109	kg	0,005	0,005	0,005	571	571	571	
Insumos	Fungicida	12.103	L	1	1	1	12.103	12.103	12.103	
Insumos	Regulador de crecimiento	43.567	L	---	---	0,4	0	0	17.427	
Insumos	Surfactante	3.059	L	---	---	0,5	0	0	1.530	
Fletes	Fletes insumos	4.000	ton	1	1	1	4.000	4.000	4.000	
Fletes	Fletes productos	4.000	ton	7	8	8	28.000	32.000	32.000	
Mano de obra	Siembra	10.000	JH	1	1	1	10.000	10.000	10.000	
Mano de obra	Cosecha	10.000	JH	1	1	1	10.000	10.000	10.000	
							COSTO DIRECTO	385.770	381.770	408.726
Insumos	Fuente N: Nitrato de amonio cálcico-magnésico	262	kg	150	150	150	39.300	39.300	39.300	
							TOTAL	425.070	421.070	448.026

En suelos muy infestados con semillas de malezas gramíneas es recomendable aplicar un herbicida preemergente específico para ellas, antes de la siembra de avena, siendo su costo de \$18.500/ha [correspondiente a 0,6 L/ha de herbicida (\$ 10.500/ha) más su aplicación (\$ 8.000/ha)], el cual debe agregarse a la estructura de costos. Por otra parte, cuando se requiera aplicación de cal también debe considerarse dentro de la estructura de costos, así por ejemplo al aplicar 1 ton de cal/ha el costo es de \$ 64.000/ha (\$ 54.000 por el producto y \$ 10.000 por la aplicación). En ambos

casos estos costos disminuyen el margen bruto en el mismo monto.

Los costos directos varían entre \$ 425.000 y \$ 421.000/ha, dependiendo del tipo de suelo. Si se considera aplicación de regulador de crecimiento a la avena (suelo trumao) el costo directo aumenta a \$448.000/ha, es decir es un 6 a 7% superior. El ítem insumos representa en promedio un 52% y el nitrógeno un 9% del costo total directo, (Cuadros 8 y 9).

Cuadro 9. Composición porcentual de los costos.

Ítem	Traiguén sin regulador		Carillanca sin regulador		Carillanca con regulador		Promedio	
	Costo (\$/ha)	% del total	Costo (\$/ha)	% del total	Costo (\$/ha)	% del total	Costo (\$/ha)	% del total
Maquinarias	155.000	36	147.000	35	155.000	35	152.333	35
Insumos	218.070	51	218.070	52	237.026	53	224.389	52
Fletes	32.000	8	36.000	8	36.000	8	34.667	8
Mano de obra	20.000	5	20.000	5	20.000	4	20.000	5
Total	425.070	100	421.070	100	448.026	100	431.389	100

En el Secano Interior (localidad de Traiguén, suelo transicional), los mayores valores de MB correspondieron a Supernova INIA (temporadas 2010-2011 y 2011-2012), obteniéndose los mejores resultados en la temporada 2010-2011, con \$ 483.000/ha, con una dosis de 135 kg/ha de N (Figuras 12 y 13). Entre la temporada 2010-2011 y 2011-2012, el MB de la variedad Supernova INIA disminuyó en 30% y el de Urano INIA en 37%, a consecuencia del déficit hídrico en etapa de floración y llenado de granos (noviembre y diciembre de 2011).

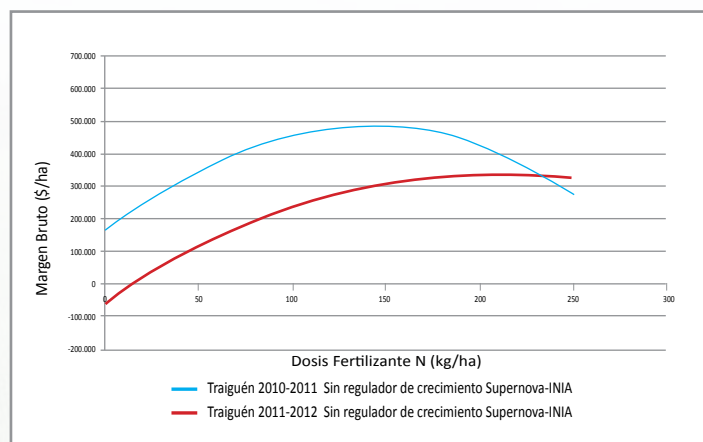


Figura 12. Margen bruto (MB) por hectárea en función de la variación de la dosis de N. Variedad Supernova INIA, Traiguén.

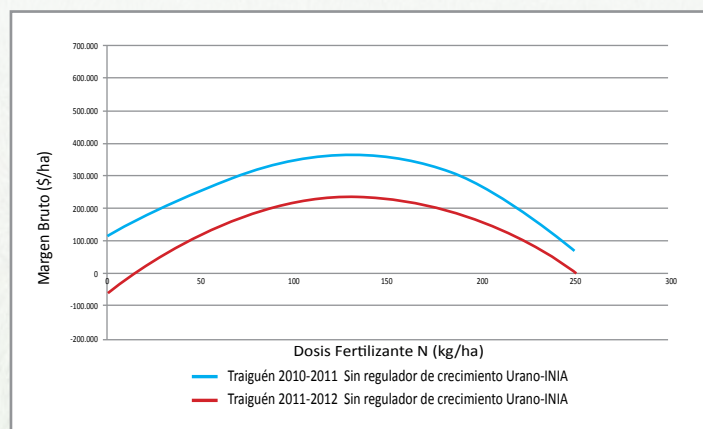


Figura 13. Margen bruto (MB) por hectárea en función de la variación de la dosis de N. Variedad Urano INIA, Traiguén.

En la localidad de Carillanca, los mayores valores de MB se lograron también con la variedad Supernova INIA en tres temporadas agrícolas (2010-2013), caracterizadas por pluviometrías variables en noviembre y diciembre, respecto al promedio histórico mensual (Cuadro 10). El mejor MB se obtuvo en la temporada 2010-2011, con \$564.000/ha y con una dosis de 179 kg de N/ha (Figuras 14 y 15). Al utilizar regulador de crecimiento, cuyo costo es cercano a \$19.000/ha, el MB aumentó en 4% y la dosis de N disminuyó a 172 kg/ha.

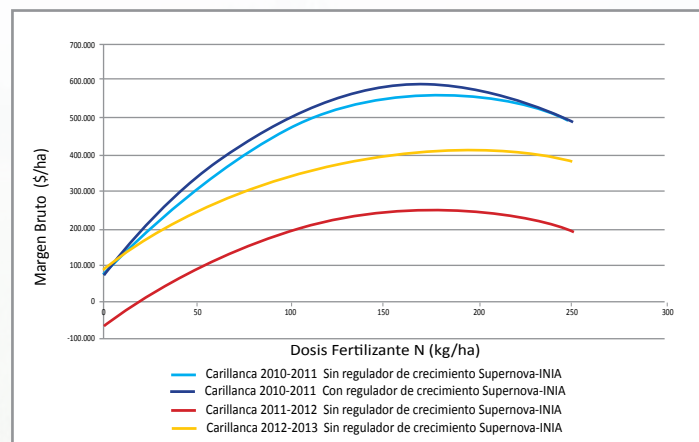


Figura 14. Margen bruto (MB) por hectárea en función de la variación de la dosis de N. Variedad Supernova INIA, Carillanca.

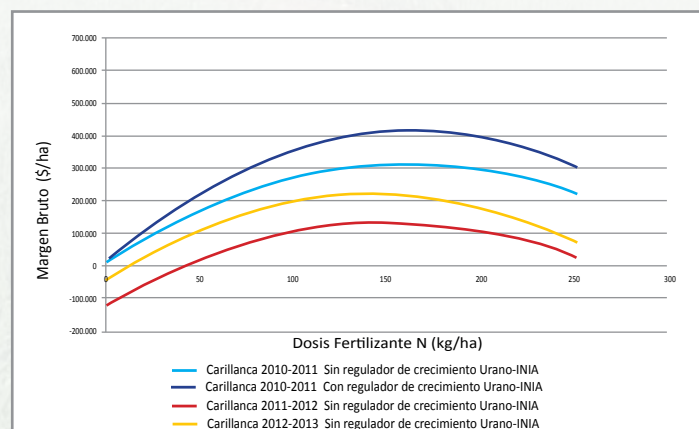


Figura 15. Margen bruto (MB) por hectárea en función de la variación de la dosis de N. Variedad Urano INIA, Carillanca.

Al considerar todas las temporadas, localidades y variedades, el mayor valor del MB se logró con Supernova INIA en la temporada 2010-2011, en Carillanca, con uso de regulador de crecimiento (Cuadro 10). La variedad Supernova INIA tiene en promedio un 80% más de MB que Urano INIA en la localidad de Carillanca (sin aplicación de regulador de crecimiento), y un promedio de 41% más de MB en la localidad de Traiguén, con una dosis promedio de 181 y 174 kg/ha de N respectivamente.

Por su parte, el menor valor de MB, se obtuvo con Urano INIA en Carillanca en la temporada 2011-2012 (Cuadro 10), siendo 44% menor que el de Supernova INIA (sin considerar uso de regulador de crecimiento). En la localidad de Traiguén dicho margen fue 28% inferior al de Supernova.

Cuadro 10. Margen bruto (MB) máximo por localidad y temporada.

N°	Regulador crecimiento	Localidad	Temporada	Supernova INIA			Urano INIA			Supernova INIA – Urano INIA		Pluviometría en relación al promedio histórico		
				N (kg/ha)	MB (\$/ha)	Época Siembra	N (kg/ha)	MB (\$/ha)	Época Siembra	N (kg/ha)	MB (\$/ha)	Menor	Normal	Superior
1	SIN	Traiguén	2010-2011	135	482.762	Invierno	121	361.566	Invierno	14	121.196			Nov-Dic
2	SIN	Traiguén	2011-2012	213	339.420	Invierno	133	227.418	Invierno	80	112.003	Nov-Dic		
3	SIN	Carillanca	2010-2011	179	564.028	Primavera	160	315.852	Primavera	19	248.176		Nov-Dic	
4	CON	Carillanca	2010-2011	172	588.420	Primavera	162	420.551	Primavera	10	167.869		Nov-Dic	
5	SIN	Carillanca	2011-2012	175	251.342	Primavera	151	137.091	Primavera	24	114.251	Dic *	Nov	
6	SIN	Carillanca	2012-2013	190	398.754	Primavera	142	224.963	Primavera	48	173.791	Nov		Dic (**)

Pluviometría en nivel muy bajo (*) y muy alto (**)

En un escenario de reducción de 11,5% en el precio del grano a la cosecha, es decir desde \$13.000 a \$11.500/qqm, ocurre una disminución de 24-37% en el MB de Supernova INIA, dependiendo de la localidad y temporada (Cuadro 11). Con Urano INIA ella varía entre 26-58%.

Cuadro 11. Margen bruto (MB) máximo por localidad y temporada, con 11,5% de reducción en el precio del grano (\$ 11.500/qqm).

N°	Regulador Crecimiento	Localidad	Temporada	Supernova INIA			Urano INIA			Supernova INIA – Urano INIA		Pluviometría en relación promedio al histórico		
				N (kg/ha)	MB (\$/ha)	Época Siembra	N (kg/ha)	MB (\$/ha)	Época Siembra	N (kg/ha)	MB (\$/ha)	Menor	Normal	Superior
1	SIN	Traiguén	2010-2011	131	367.660	Invierno	117	262.021	Invierno	14	105.638			Nov-Dic
2	SIN	Traiguén	2011-2012	206	232.328	Invierno	129	142.017	Invierno	77	90.311	Nov-Dic		
3	SIN	Carillanca	2010-2011	175	435.123	Primavera	155	217.730	Primavera	20	217.393		Nov-Dic	
4	CON	Carillanca	2010-2011	169	454.294	Primavera	158	306.934	Primavera	11	147.360		Nov-Dic	
5	SIN	Carillanca	2011-2012	169	159.093	Primavera	145	60.648	Primavera	24	98.446	Dic (*)	Nov	
6	SIN	Carillanca	2012-2013	183	287.824	Primavera	138	139.294	Primavera	45	148.531	Nov		Dic (**)

Pluviometría en nivel muy bajo (*) y muy alto (**).

III. Conclusiones.

- En el Secano Interior (Traiguén, suelos transicionales y rojo arcillosos) y en el Valle Central de La Araucanía (Carillanca, suelos trumaos) pueden lograrse altos rendimientos de grano con Supernova INIA, utilizando dosis de N entre 150 y 200 kg/ha, siempre que no ocurran eventos climáticos que afecten la expresión de su potencial de rendimiento y siendo relevante realizar un buen manejo del cultivo.
- La precipitación en etapas de floración y llenado de grano (noviembre y diciembre) de la avena en las condiciones evaluadas, influye determinantemente en el rendimiento de grano, los valores de márgenes brutos máximos y sus dosis de nitrógeno asociadas.
- Para obtener márgenes brutos máximos en las variedades Supernova INIA y Urano INIA es importante conocer y aplicar las dosis adecuadas de fertilizante nitrogenado.
- Con Supernova INIA se logran valores de márgenes brutos superiores a los alcanzados con Urano INIA en distintas temporadas y zonas agroecológicas.
- Los márgenes brutos máximos alcanzados con Supernova INIA, se obtienen con una dosis de N promedio de 181 kg/ha en la localidad de Carillanca sin regulador de crecimiento (Valle Central) y de 174 kg/ha en Traiguén (Secano Interior).
- Los márgenes brutos máximos obtenidos con Urano INIA se logran con una dosis de N promedio de 151 kg/ha en la localidad de Carillanca sin regulador de crecimiento y de 127 kg/ha en Traiguén.

- El uso de regulador de crecimiento en la localidad de Carillanca, tiene un efecto positivo en el valor del margen bruto máximo, especialmente en la variedad Urano INIA.
- En un escenario de reducción del precio del grano de avena en un 11,5% a la cosecha, disminuyen los márgenes brutos de ambas variedades, siendo ello menor con Supernova INIA.

IV. Bibliografía.

- Beratto, E. 2006. Calidad del grano de avena. p. 279-297. *In* Edmundo Beratto M. (ed.) Cultivo de la avena en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, Chile.
- Oficina de Estudios y Políticas Agropecuarias (Odepa). 2013. Estadísticas por macrorubros. <http://www.odepa.cl>, leído el 30 de julio de 2013.
- Montenegro, A., R. Rivas, y J. Hirzel. 2011. Fertilización del cultivo de avena. p. 115-165. *In* Juan Hirzel Campos (ed.) Fertilización de cultivos en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Rodríguez, N., y R. Campillo. 2006. Fertilización de avena en la región centro sur y sur de Chile. p. 109-126. *In* Edmundo Beratto M. (ed.) Cultivo de la avena en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, Chile.