

## Tema 9 - Nuevas tecnologías

### ANÁLISIS DE LA NECESIDAD DE DISEÑAR UN CONTROL CLIMÁTICO PARA UN INVERNACULO EN LA FICES - UNSL

**J. Carletto, V. Rodrigo**

Laboratorio de Energías Alternativas Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico – Sociales  
Universidad Nacional de San Luí (LEA FICES UNSL)  
Tel. 02657-434545 Int. 127 e-mail: jcarlet@fices.unsl.edu.ar

**RESUMEN:** Se presenta en este trabajo, el análisis y metodología empleada para conocer la necesidad de diseñar y construir un control climático totalmente automático y teleoperado de bajo costo para un invernáculo, Se intenta detectar la necesidad y el impacto de de dicho control, para lo cual se realiza una encuesta cuya ejecución y análisis se detallan en el presente trabajo. Los análisis de la encuesta demuestran un gran interés por parte de los encuestados de que este proyecto se lleve a cabo.

**Palabras clave:** control climático, encuestas, invernáculo.

#### INTRODUCCION

Este trabajo se llevó a cabo para la presentación de trabajo final de la carrera Ing. Electricista-Electrónica en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico sociales perteneciente a la Universidad Nacional de San Luis.

Se plantea como tema de trabajo final la realización de un prototipo de control climático automático y teleoperado para un invernáculo, ahora bien, el problema era detectar exactamente cuales eran las variables mas importantes a ser controladas, y por otro lado, conocer la real necesidad de este tipo de tecnología.

Para solucionar este problema, se realizó una encuesta a docentes, graduados alumnos, y trabajadores independientes, relacionados con el área de agronomía, con lo cual además se podría evaluar el impacto socio económico y ambiental de este trabajo.

El cuestionario constó de 7 preguntas, en forma anónima aunque podían dejar sus datos personales si estaban interesados en el tema. Veremos en este trabajo la forma de implementación y análisis de la misma.

#### DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA MUESTRA

Para llevar a cabo esta encuesta se realizó un muestreo estratificado. Se conoce con este nombre, al procedimiento que consiste en subdividir primero a una población en varios grupos o estratos con el fin de dar representatividad a los distintos factores que integran el universo de estudio, y seleccionar luego los elementos o unidades representantes con un muestreo aleatorio, es decir, tomar muestras simples al azar de cada uno de ellos para constituir la muestra definitiva. La muestra obtenida de esta manera es una muestra estratificada. Se dice además, que una muestra es estratificada cuando los elementos de la muestra son proporcionales a su presencia en la población. (Carletto y Parladorio 2004)

A tal efecto se identificó la población para poder definir la muestra considerando la población dividida en cuatro estratos considerando en cada uno las siguientes cantidades: **75 Docentes:** Considerando docentes de Agronomía de la FICES y docentes de la Maestría en Gestión Ambiental. **150 Profesionales Independientes:** Considerando todos aquellos profesionales que no tengan relación de dependencia con la FICES y que sean graduados de carreras relacionadas con el área de Invernáculos e Invernaderos. **100 Posgraduados/Posgraduandos:** En esta categoría se incluyen no solo aquellas personas que hallan obtenido el título de postgrado, sino también aquellos que están cursando carreras de postgrado o especializaciones. **100 Alumnos:** Correspondientes a Alumnos efectivos de los 3 últimos años de la carrera de Ingeniería Agronómica.

Teniendo en cuenta esta población, se define la muestra de la siguiente manera:

Estrato	% a Encuestar del Estrato.	Cuestionarios	% Sobre la Población Total
Docentes	20%	15 Encuestas	30%
Profesionales Independientes	10%	15 Encuestas	30%
Posgraduados/Posgraduandos	10%	10 Encuestas	20%
Alumnos	10%	10 Encuestas	20%
Total		50 Encuestas	100%

Tabla 1: representación de los estratos que forman la población

#### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se muestra a continuación las principales preguntas, y el análisis de los resultados correspondientes:

**Pregunta:** Si el invernadero que se encuentra en el edificio de agronomía de esta facultad, tuviera un control automático de las variables climáticas; ¿Cómo lo consideraría en cuanto a beneficio? ¿Cómo lo consideraría en cuanto a necesidad?  
 Como se observa en la tabla de frecuencias siguiente, tanto el beneficio como la necesidad fueron evaluados como altos.

<b>Beneficio de Instalación del control automático</b>					
<b>Beneficio</b>			<b>Necesidad</b>		
Excelente	25	50,0%	Muy Necesario	20	40,0%
Muy Bueno	22	44,0%	Necesario	28	56,0%
Bueno	2	4,0%	Poco Necesario	1	2,0%
Regular	0	0,0%	Innecesario	0	0,0%
Malo	0	0,0%	Ns/Nc	1	2,0%
Ns/Nc	1	2,0%			
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0%</b>	<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0%</b>

Tabla 2: tabla de frecuencias correspondiente a las opiniones sobre beneficio y necesidad del control.

Si se observa el Beneficio, el 50% lo categorizó como Excelente, y el 44% como Muy Bueno, solo hubo 1 (uno) encuestado (2%) que lo considero Bueno, y 1 (uno) (2%) Ns/Nc.

La necesidad fue evaluada en un 40% como Muy Necesario, el 56% la evaluó como Necesario, solo 1 (una) encuesta (2%) lo categorizó como Poco Necesario y 1(una) encuesta también, como Ns/Nc.

Si se ven los resultados en forma gráfica se tiene:

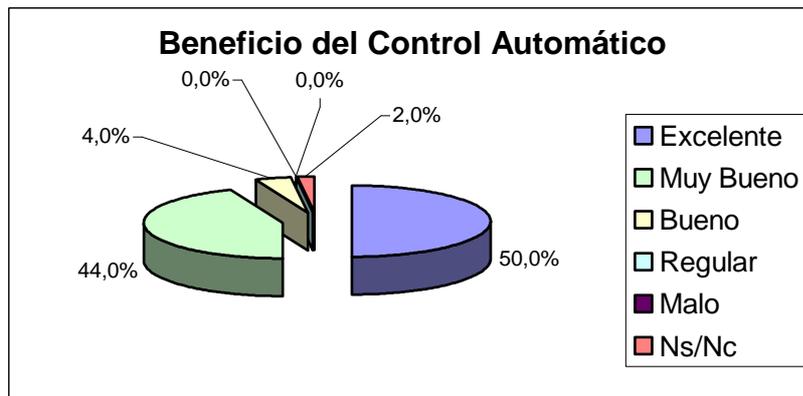


Figura 1: Representación gráfica de las opiniones sobre el beneficio del control automático.

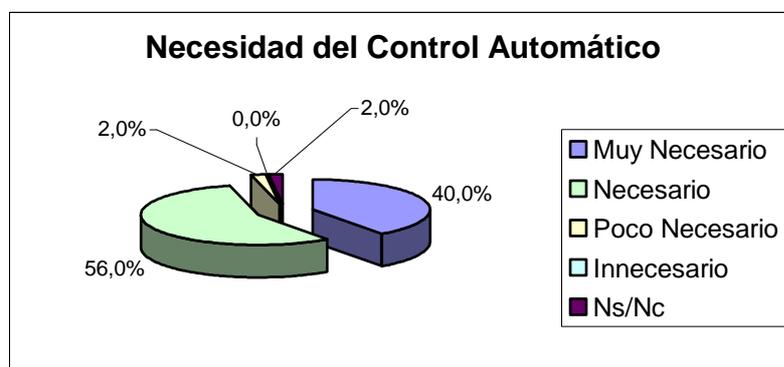


Figura 2: Representación gráfica de las opiniones sobre la necesidad del control automático.

Es claro que la necesidad de construir un control como el que se propone es importante, no solo por los resultados de las encuestas en cuanto necesidad, sino por un claro beneficio al poseerlo.

**Pregunta:** ¿Qué ventajas cree Ud. que traería implementar un control automático de las variables climáticas en el invernadero?

Si se analiza la tabla de frecuencias siguiente:

Ventajas		
Aumento de Rendimiento	17	34,0%
Mejora de la calidad de los productos	18	36,0%
Posibilidad de experimentar en otras cond. Climáticas	29	58,0%
Control de plagas y enfermedades	16	32,0%
Ahorro de personal y dedicación	16	32,0%
Posibilidad de experimentar con otros cultivos	36	72,0%
Otras	7	14,0%

Tabla 3: Tabla de frecuencias correspondiente a las ventajas de la implementación del control.

Se ve claramente que todas las ventajas fueron consideradas en mayor o menor porcentaje, e incluso surgieron otras ventajas que no se mencionaban en la encuesta tales como: seguridad en la producción, mejoramiento de la calidad de los procesos de investigación a través de la mayor precisión en las variables consideradas, adelanto tecnológico, posibilidad de diseñar ensayos de investigación, etc.

Existen dos ventajas que claramente sobresalen del resto, la primera: posibilidad de experimentar en otras condiciones climáticas, la cual fue marcada por el 58% de los encuestados, y la segunda: posibilidad de experimentar con otros cultivos, la cual fue marcada por el 72% de los encuestados. En forma gráfica se puede observar mejor esta diferencia:

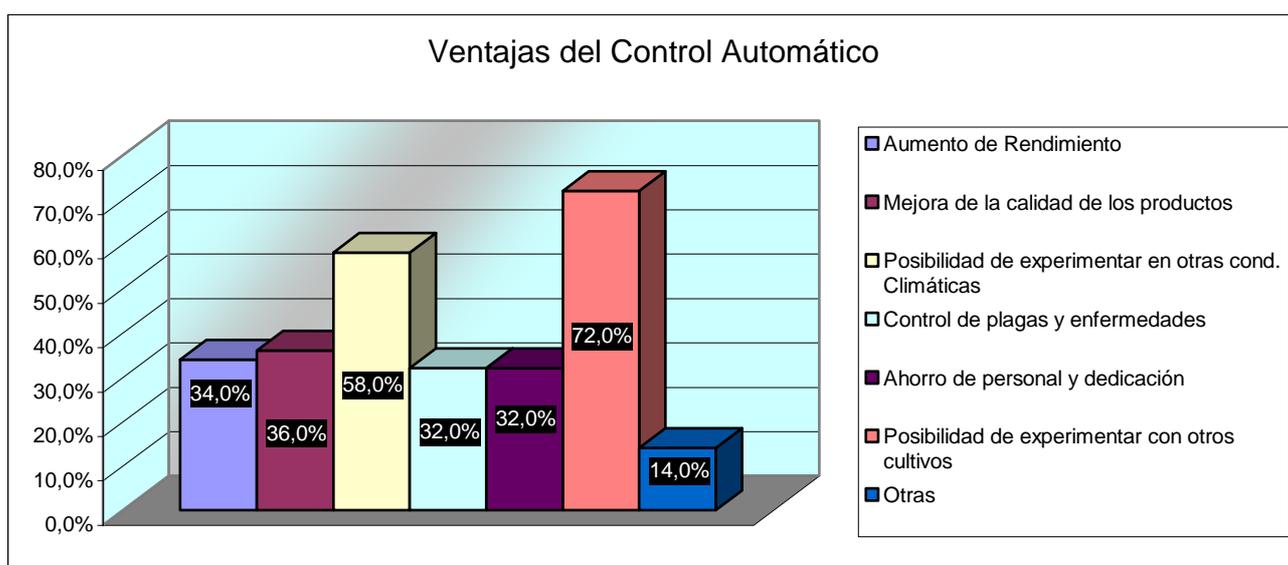


Figura 3: Representación gráfica de las opiniones sobre las ventajas del control automático.

Esto enfatiza la clara importancia del control climático automático en el campo de la investigación, no solo para experimentar con otras condiciones climáticas sino también para experimentar con otros cultivos que por razones de temperatura, humedad, etc. no se desarrollan en la zona.

En cuanto a las desventajas que contempla la encuesta, no hubo ninguna en cuanto al control en sí, pero hubo un número importante de encuestados, un 22% aproximadamente, que consideró como desventaja el costo de instalación, mantenimiento, calibración del equipamiento etc. Este proyecto está apuntado a construir un control óptimo pero sumamente económico, por lo que no se considera que cuestiones de costo sea una desventaja del mismo.

**Pregunta:** ¿Cómo considera Ud. la necesidad de controlar automáticamente los siguientes parámetros?

Si se ve la tabla de frecuencias:

Parámetros	Necesidad de controlar Parámetros											
	Necesidad											
	Muy Necesario		Necesario		Poco Necesario		Innecesario		Ns/Nc		Total	
Temperatura	39	78,0%	10	20,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	2,0%	50	100%
Riego	35	70,0%	13	26,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	4,0%	50	100%
CO2	10	20,0%	18	36,0%	10	20,0%	8	16,0%	4	8,0%	50	100%
Iluminación	24	48,0%	14	28,0%	8	16,0%	0	0,0%	4	8,0%	50	100%
H° Relativa Ambiente	22	44,0%	22	44,0%	4	8,0%	0	0,0%	2	4,0%	50	100%
H° del suelo o estrato	20	40,0%	22	44,0%	4	8,0%	1	2,0%	3	6,0%	50	100%

Tabla 4: Tabla de frecuencias correspondiente a la necesidad de controlar los distintos parámetros.

Se puede observar claramente que los 3 parámetros más importantes son la temperatura, el riego y la iluminación que son los parámetros cuyo control se atacara en este proyecto. La humedad del suelo, está directamente ligada al riego, por lo que también es controlada. Si bien se considera que es importante controlar la humedad relativa ambiente por razones de costo no se realiza, ya que los equipamientos humidificadores y deshumidificadores son de alto costo. Por último el dióxido de carbono, se lo considera como poco necesario, ya que si bien un 36% lo considera necesario, existe un 20% que lo considera poco necesario y un importante 16% que lo considera innecesario.

El grafico siguiente muestra claramente que los 3 parámetros más importantes son la temperatura, el riego y la iluminación.

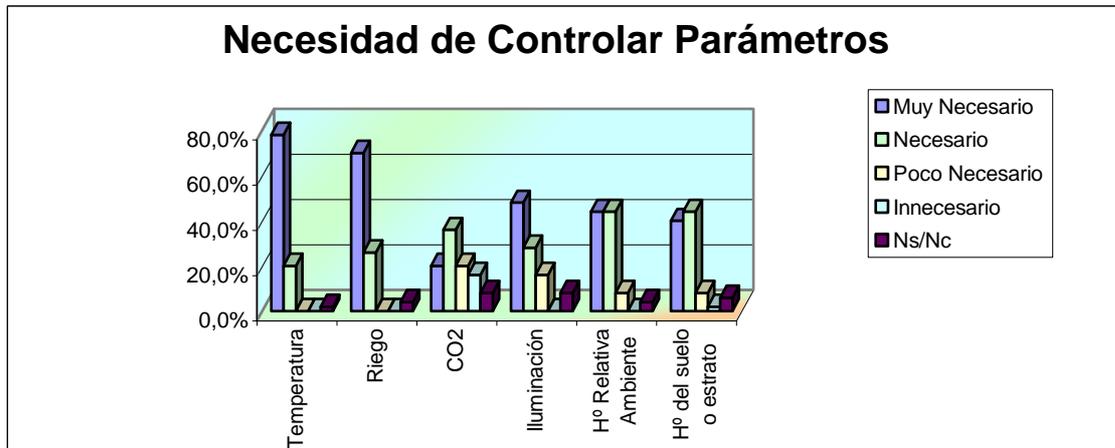


Figura 4: Representación gráfica de las opiniones sobre la necesidad de controlar los distintos parámetros.

**Pregunta:** ¿Cómo evalúa la posibilidad de tener un software para controlar las variables climáticas desde la computadora de la oficina?

Si se analiza la tabla de frecuencias y el grafico:

Posibilidad de tener un Software de teleoperación		
Excelente	31	62,0%
Muy Bueno	15	30,0%
Bueno	3	6,0%
Regular	1	2,0%
Malo	0	0,0%
Ns/Nc	0	0,0%
Total	50	100,0%

Tabla 5: tabla de frecuencias correspondiente a la evaluación de poseer un software de teleoperación.

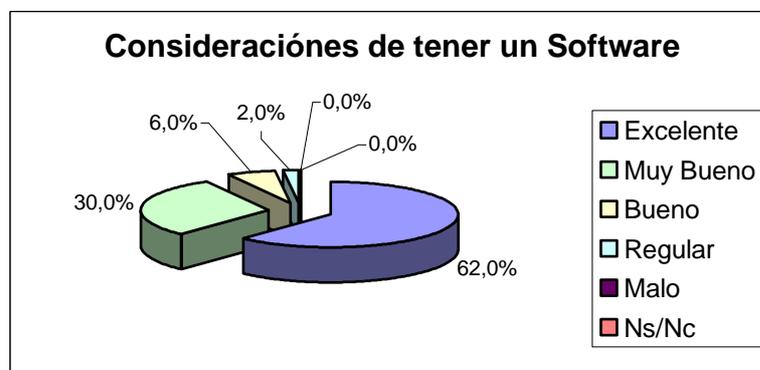


Figura 5: Representación gráfica de las opiniones sobre la posibilidad de tener un software de teleoperación.

Se ve que el 62% de los encuestados calificó como Excelente la posibilidad de tener un software para modificar los parámetros desde la PC. Un 30% lo consideró como Muy Bueno, un 6% lo consideró como Bueno mientras que existió un 2% que lo consideró como Regular, en realidad no se entiende que se halla calificado como regular esta herramienta, ya que no existe la obligación de utilizarla, por lo que se supone que no han entendido exactamente el concepto del software.

Pregunta: ¿Cómo evalúa la posibilidad de monitorear las variables climáticas del invernadero desde Internet?

Internet		
Excelente	26	52,0%
Muy Bueno	15	30,0%
Bueno	5	10,0%
Regular	2	4,0%
Malo	0	0,0%
Ns/Nc	2	4,0%
Total	50	100,0%

Tabla 6: tabla de evaluación de monitorear el estado climático desde Internet.

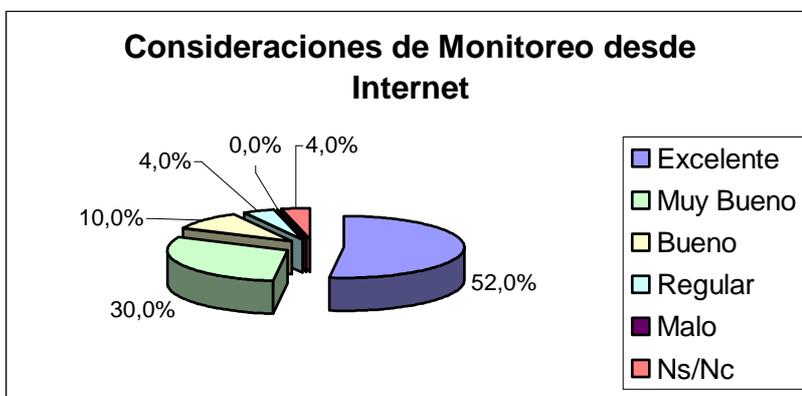


Figura 6: Representación gráfica de las opiniones sobre la posibilidad de un monitoreo desde Internet.

El 52% considera Excelente esta posibilidad. Un 30% lo considera como Muy Bueno, el 10% lo considera como Bueno mientras que el 8% restante se reparte entre Regular y Ns/Nc. Hubo algunos encuestados que expresaron su sentimiento de que esta posibilidad la evalúan como poco necesaria o incluso innecesaria, y por este motivo lo consideran como regular.

*Pregunta:* ¿Cree Ud. que esta herramienta, puesta al servicio de los productores, produciría un impacto social y/o económico? ¿De que tipo? ¿De que grado?

Impacto	Tipo de Impacto				Ns/Nc		Grado						Ns/Nc		Total	
	Positivo		Negativo				Alto		Medio		Bajo					
Social	36	72,0%	0	0,0%	14	28,0%	13	26,0%	13	26,0%	7	14,0%	17	34,0%	50	100,0%
Económico	39	78,0%	3	6,0%	8	16,0%	18	36,0%	19	38,0%	3	6,0%	10	20,0%	50	100,0%

Tabla 7: tabla de frecuencias correspondientes al impacto social y económico.

En cuanto al Impacto Social, el 72% lo consideró como positivo, mientras que el 28% restante no opinó, es decir que el 100% de los que opinaron lo hicieron de forma positiva. El grado de impacto social fue considerado por el 14% como bajo mientras que un 26% lo considero alto y otro 26% lo consideraba Medio y el 34% restante no opinó. Se muestran a continuación los gráficos correspondientes:

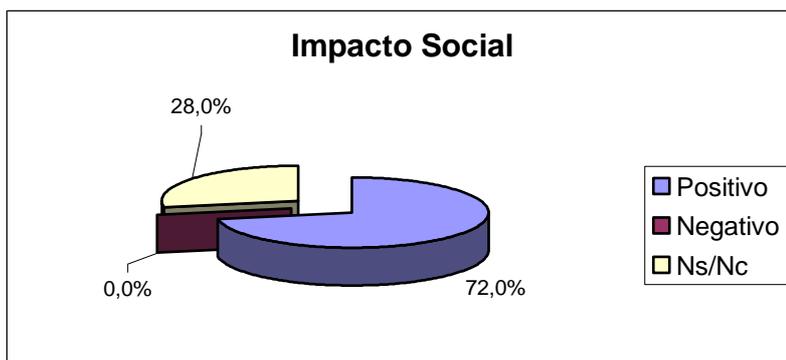


Figura 7: Representación gráfica de las opiniones sobre el impacto social.

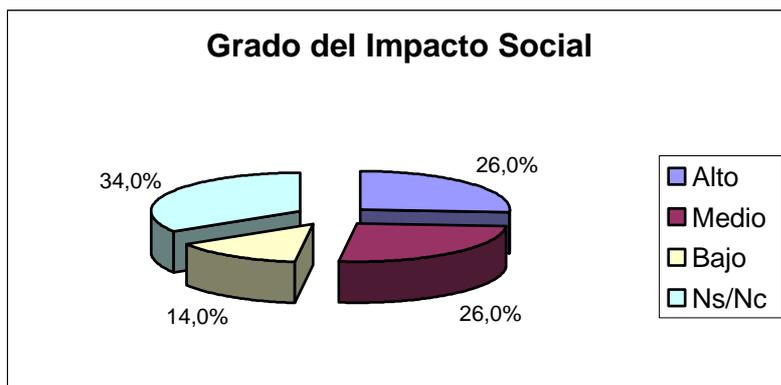


Figura 8: Representación gráfica de las opiniones sobre el grado impacto social.

El impacto económico fue evaluado por el 78% de los encuestados como un impacto positivo y en su mayoría con un grado medio. El 16% se abstuvo de opinar, y el 6% lo hizo en forma negativa. Solamente el 6% considero que el grado de impacto económico era bajo, mientras el 36% lo considero Alto y el 38% Medio, un 20% no opinó al respecto:

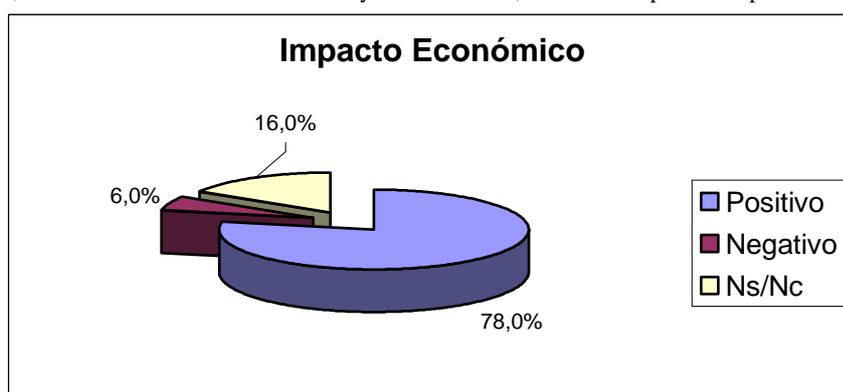


Figura 8: Representación gráfica de las opiniones sobre el impacto económico.

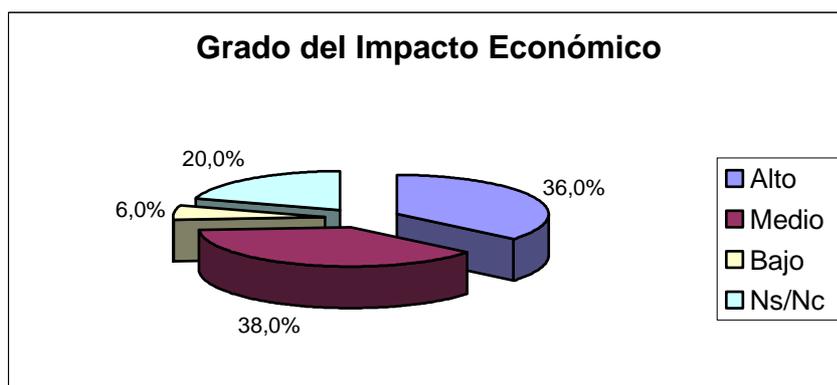


Figura 10: Representación gráfica de las opiniones sobre el grado del impacto económico.

Impacto Ambiental: Debido a las características del control, y tras haber consultado especialistas en el tema, se determinó que este proyecto no genera ningún tipo de impacto en cuanto al medio Ambiente, debido a que el control se realiza directamente dentro del invernáculo y sin ningún tipo de interacción con el medio ambiente.

### CONCLUSIONES FINALES SOBRE LA ENCUESTA

Se puede ver claramente que existe una extrema necesidad de que el invernáculo posea un control climático automático, y se identifica que para lograr un costo reducido bastaría simplemente con controlar los 3 parámetros identificados como principales o más importantes por los encuestados: temperatura, riego e iluminación. Un punto importante es que si bien la encuesta era anónima, cerca de un 75% de los encuestados dejaron sus datos personales y se mostraron muy interesados en el tema dejando no solo sus inquietudes sino sus sugerencias y comentarios haciendo aportes muy valiosos al proyecto.

Se observa claramente a través de los resultados de la encuesta que los beneficios de la instalación de este control son altos, no solo en el área productiva del invernáculo sino ampliando y mejorando el campo de la investigación. En general el hecho de tener un software de control y monitoreo es bien visto por los encuestados.

Por último se ve que los impactos tanto Social como Económico de esta herramienta son en mayor o menor grado totalmente positivos, por lo que se deduce que los objetivos del proyecto están bien orientados y que el desarrollo del mismo puede ser útil y transferible, tanto al sector académico como al privado.

#### **REFERENCIAS**

Carletto J. A. y Parladorio R. I. (2004). Desarrollo del control climático teleoperado de un invernáculo. Pp 9-10 Informe de trabajo Final carrera Ing. Electricista – Electrónica – UNSL FICES

#### **ABSTRACT**

This work shows the analysis and used methodology to know the necessity to design and to construct an automatic low cost climatic control for a greenhouse, is tried to detect the necessity and the impact of this control, for which an opinion poll is made whose execution and analyses are detailed in the present work. The analyses of the survey demonstrate a great interest on the part of the peoples who makes de survey

**Keywords:** climate control, greenhouse