DCA o DBCA
con estructura factorial de tratamientos
Parte 3

Erika Kania Kuhl
Ing. Agr. Dr.

Estudio de caso con interacción entre los niveles de los factores evaluados

Estudio de caso con interacción entre los niveles de los factores evaluados

Estudio de caso sin interacción entre los niveles de los factores evaluados

Archivo Factorial 2

Estudio de caso

con interacción entre los niveles de los factores evaluados

En un estudio sobre la potencialidad forrajera de *Atriplex cordobensis*, un arbusto que crece en depresiones del chaco árido argentino, se evaluó la concentración de proteínas en hojas cosechadas en invierno y verano sobre plantas masculinas y femeninas. Para cada combinación de sexo y estación, se obtuvieron tres determinaciones del contenido proteico medido como gramos por kilo de materia seca.

Modelo Matemático

Especifique matemáticamente el modelo lineal que se utilizó para analizar estos datos, con sus subíndices correctos. Especifique cada uno de sus términos y menciones para cada uno de los subíndices, que significan y que valores presentarán en este ensayo

Modelo Matemático

Especifique matemáticamente el modelo lineal que se utilizó para analizar estos datos, con sus subíndices correctos. Especifique cada uno de sus términos y menciones para cada uno de los subíndices, que significan y que valores presentarán en este ensayo

Diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk}	variable respuesta
μ	es la media general de las observaciones
Ai	es el efecto que produce el i-ésimo nivel del factor A
Bj	es el efecto que produce el j-ésimo nivel del factor B
AB	es el efecto de la interacción entre el nivel i de A con el nivel j de B
ε_{ijk}	es el error asociado a la ijk-ésima observación

i: niveles del Factor A (Sexo), (Femenina, Masculina)
j: niveles del Factor B (Estación), (Invierno, Verano)
k: repeticiones (1,2, 3)

Supuestos del ANDEVA

Verifique los supuestos para realizar el ANDEVA indicando detalladamente las hipótesis que interesa contrastar en cada supuesto.

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Conc.Prot.	12	0,93	0,91	6,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	198,00	3	66,00	37,71	<0,0001
Factor A (Sexo)	3,00	1	3,00	1,71	0,2268
Factor B (Estacion)	3,00	1	3,00	1,71	0,2268
Factor A (Sexo)*Factor B (..	192,00	1	192,00	109,71	<0,0001
Error	14,00	8	1,75		
Total	212,00	11			

- Realice paso a paso y en el orden correcto las pruebas de hipótesis correspondientes.
- ¿Cuál es la decisión a tomar respecto a las hipótesis? **Justifique** usando el **valor** P. Explique lo que se concluye al nivel de significancia del 5 %.
- ¿Cómo actúan los factores Sexo y Estación?

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Conc.Prot.	12	0,93	0,91	6,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	198,00	3	66,00	37,71	<0,0001
Factor A (Sexo)	3,00	1	3,00	1,71	0,2268
Factor B (Estacion)	3,00	1	3,00	1,71	0,2268
Factor A (Sexo)*Factor B (..	192,00	1	192,00	109,71	<0,0001
Error	14,00	8	1,75		
Total	212,00	11			

1) Hipótesis de existencia de interacción entre los factores:

Ho: no existe interacción entre los niveles de los factores Sexo y Estación

HA: existe interacción entre los niveles de los factores Sexo y Estación

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Conc.Prot.	12	0,93	0,91	6,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	198,00	3	66,00	37,71	<0,0001
Factor A (Sexo)	3,00	1	3,00	1,71	0,2268
Factor B (Estacion)	3,00	1	3,00	1,71	0,2268
Factor A (Sexo)*Factor B (..	192,00	1	192,00	109,71	<0,0001
Error	14,00	8	1,75		
Total	212,00	11			

El ANOVA indica que EXISTE INTERACCION entre los niveles del factor sexo y estación puesto que el valor de Fc = 109,71 y el valor p = 0,0001 < 0,05, Rechazamos Ho, es decir los factores actúan de manera dependiente

Hay efecto del Factor Sexo, que depende del Factor Estación, y hay efecto del Factor Estación que depende del Factor Sexo.

Hipótesis: Modelos Factoriales

1) Hipótesis de existencia de interacción entre los factores:

Ho: no existe interacción **entre los niveles de los factores** A y B

HA: existe interacción **entre los niveles de los factores** A y B

Caso I. Si P-value < α (Fc > F tabulado), se acepta la existencia de interacción entre los niveles de los factores.

(Existe efecto del Factor A que **depende** del Factor B)

(Existe efecto del Factor B que **depende** del Factor A)

Los factores actúan en **forma dependiente**

Bajo esta situación se debe realizar a continuación una prueba de comparaciones múltiples para los niveles de A en cada nivel de B y/o viceversa (o contrastes)

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Conc.Prot.	12	0,93	0,91	6,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	198,00	3	66,00	37,71	<0,0001
Factor A (Sexo)	3,00	1	3,00	1,71	0,2268
Factor B (Estacion)	3,00	1	3,00	1,71	0,2268
Factor A (Sexo)*Factor B (..	192,00	1	192,00	109,71	<0,0001
Error	14,00	8	1,75		
Total	212,00	11			

En consecuencia se debe realizar una prueba de comparaciones múltiples de los niveles de Sexo en cada nivel de Estación y viceversa para lo cual se necesitan las medias:

Presentación de resultados (caso con interacción)

Dado que en el ejemplo anterior la interacción resultó significativa, se pueden hacer las comparaciones múltiples por dos vías:

EFECTO SEXO (¿Cuál nivel de sexo (F o M) tiene mejor respuesta?)

a) Hay que comparar las medias para los niveles del Factor A (Sexo) dentro de cada nivel del Factor B (Estación)

	Invierno	Verano
Masculinas	17 a	24 b
Femeninas	26 b	17 a

El sexo tuvo efecto en ambas estaciones

Promedios unidos por letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los niveles del factor Sexo dentro de cada nivel del Factor estación, según la prueba LSD (pvalue < 0,05)

Presentación de resultados (caso con interacción)

Dado que en el ejemplo anterior la interacción resultó significativa, se pueden hacer las comparaciones múltiples por dos vías:

EFECTO ESTACIÓN (¿Cuál nivel de estación (I o V) tiene mejor respuesta?)

b) Hay que comparar las medias para los niveles del Factor B (Estación) dentro de cada nivel del Factor A (Sexo)

	Femenina	Masculina
Verano	17 a	24 b
Invierno	26 b	17 a

El factor estación tuvo efecto en ambos sexos

Promedios unidos por letras minúsculas diferentes en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los niveles del factor Estación dentro de cada nivel del Factor Sexo, según la prueba LSD (pvalue < 0,05)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS UNIVERSIDAD DE CHILE

Estudio de caso

sin interacción entre los niveles de los factores evaluados

Archivo Ajo Virosis

Estudio de caso

sin interacción entre los niveles de los factores evaluados

En un experimento sobre la incidencia de una virosis sobre el perímetro de las cabezas de ajo blanco, se comparó el perímetro medio de las cabezas obtenidas de plantas libre de virus y de plantas enfermas, bajo dos frecuencias de riego: cada 15 días y cada 30 días. El experimento se realizó siguiendo un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos 2x2 (Factor Tipo de planta con 2 niveles, y Factor Riego con 2 niveles) con tres repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental fue una parcela de 3 surcos de 5 metros cada uno y de los cuales sólo se tomó el surco central para evitar efectos de bordura.

Archivo Ajo Virosis

En un experimento sobre la incidencia de una virosis sobre el perímetro de las cabezas de ajo blanco, se comparó el perímetro medio de las cabezas obtenidas de plantas libre de virus y de plantas enfermas, bajo dos frecuencias de riego: cada 15 días y cada 30 días. El experimento se realizó siguiendo un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos 2x2 (Factor Tipo de planta con 2 niveles, y Factor Riego con 2 niveles) con tres repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental fue una parcela de 3 surcos de 5 metros cada uno y de los cuales sólo se tomó el surco central para evitar efectos de bordura.

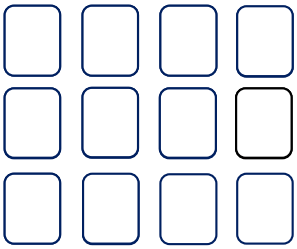
5 metros

Archivo Ajo Virosis

En un experimento sobre la incidencia de una virosis sobre el perímetro de las cabezas de ajo blanco, se comparó el perímetro medio de las cabezas obtenidas de plantas libre de virus y de plantas enfermas, bajo dos frecuencias de riego: cada 15 días y cada 30 días. El experimento se realizó siguiendo un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos 2x2 (Factor Tipo de planta con 2 niveles, y Factor Riego con 2 niveles) con tres repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental fue una parcela de 3 surcos de 5 metros cada uno y de los cuales sólo se tomó el surco central para evitar efectos de bordura.

5 metros

Esquema Campo



19

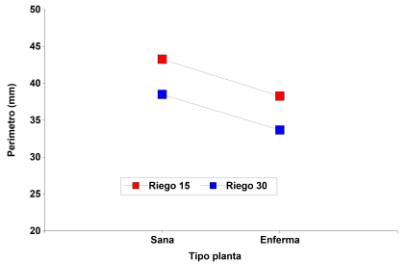
Esquema Campo

R15 Sana	R15 Enf	R30 Enf	R30 Sana
R30 Sana	R30 Enf	R30 Sana	R15 Sana
R15 Enf	R15 Sana	R30 Enf	R15 Enf

20

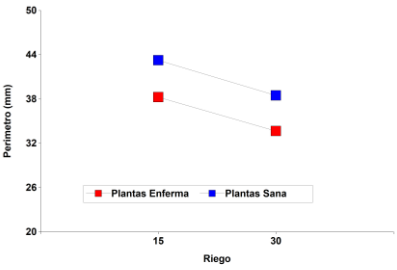
Grafique el efecto del factor Riego en cada nivel del factor tipo de planta

Grafique el efecto del factor Riego en cada nivel del factor tipo de planta



Grafique el efecto del factor Tipo de planta en cada nivel del factor Riego

Grafique el efecto del factor Tipo de planta en cada nivel del factor Riego



Modelo Matemático

Especifique matemáticamente el modelo lineal que se utilizó para analizar estos datos, con sus subíndices correctos. Especifique cada uno de sus términos y menciones para cada uno de los subíndices, que significan y que valores presentarán en este ensayo

Modelo Matemático

Especifique matemáticamente el modelo lineal que se utilizó para analizar estos datos, con sus subíndices correctos. Especifique cada uno de sus términos y menciones para cada uno de los subíndices, que significan y que valores presentarán en este ensayo

Diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_J + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk}	variable respuesta
μ	es la media general de las observaciones
Ai	es el efecto que produce el i-ésimo nivel del factor A
Bj	es el efecto que produce el j-ésimo nivel del factor B
AB	es el efecto de la interacción entre el nivel i de A con el nivel j de B
ε_{ijk}	es el error asociado a la ijk-ésima observación

i: niveles del Factor A (Tipo de planta), (Sana-Enferma)
j: niveles del Factor B (Riego), (15-30)
k: repeticiones (1,2, 3)

Supuestos del ANDEVA

Verifique los supuestos para realizar el ANDEVA indicando detalladamente las hipótesis que interesa contrastar en cada supuesto.

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Perimetro	12	0,7813	0,6993	5,7254

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	138,3425	3	46,1142	9,5277	0,0051
Tipo planta	72,5208	1	72,5208	14,9836	0,0047
Riego	65,8008	1	65,8008	13,5952	0,0062
Tipo planta*Riego	0,0208	1	0,0208	0,0043	0,9493
Error	38,7200	8	4,8400		
Total	177,0625	11			

- Realice paso a paso y en el orden correcto las pruebas de hipótesis correspondientes.
- ¿Cuál es la decisión a tomar respecto a las hipótesis? **Justifique** usando el **valor** P. Explique lo que se concluye al nivel de significancia del 5 %.
- ¿Cómo actúan los factores Tipo de planta y Riego?

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Perimetro	12	0,7813	0,6993	5,7254

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	138,3425	3	46,1142	9,5277	0,0051
Tipo planta	72,5208	1	72,5208	14,9836	0,0047
Riego	65,8008	1	65,8008	13,5952	0,0062
Tipo planta*Riego	0,0208	1	0,0208	0,0043	0,9493
Error	38,7200	8	4,8400		
Total	177,0625	11			

1) Hipótesis de existencia de interacción entre los factores:
Ho: no existe interacción entre los niveles de los factores Tipo de planta y Riego
HA: existe interacción entre los niveles de los factores Tipo de planta y Riego

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Perimetro	12	0,7813	0,6993	5,7254

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	138,3425	3	46,1142	9,5277	0,0051
Tipo planta	72,5208	1	72,5208	14,9836	0,0047
Riego	65,8008	1	65,8008	13,5952	0,0062
Tipo planta*Riego	0,0208	1	0,0208	0,0043	0,9493
Error	38,7200	8	4,8400		
Total	177,0625	11			

El ANOVA indica que NO EXISTE INTERACCION entre los niveles de los factores Tipo de planta y Riego puesto que el valor de Fc = 00,43 y el valor p = 0,9493 > 0,05, es decir se acepta la Ho, y se concluye que los factores Tipo de planta y Riego actúan de manera independiente .

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Perimetro	12	0,7813	0,6993	5,7254

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	138,3425	3	46,1142	9,5277	0,0051
Tipo planta	72,5208	1	72,5208	14,9836	0,0047
Riego	65,8008	1	65,8008	13,5952	0,0062
Tipo planta*Riego	0,0208	1	0,0208	0,0043	0,9493
Error	38,7200	8	4,8400		
Total	177,0625	11			

2) Efecto del factor Tipo de planta

Ho: no existe efecto del factor Tipo de planta sobre el perímetro de las cabezas de ajo

HA: existe efecto del factor Tipo de planta sobre el perímetro de las cabezas de ajo.

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Perimetro	12	0,7813	0,6993	5,7254

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	138,3425	3	46,1142	9,5277	0,0051
Tipo planta	72,5208	1	72,5208	14,9836	0,0047
Riego	65,8008	1	65,8008	13,5952	0,0062
Tipo planta*Riego	0,0208	1	0,0208	0,0043	0,9493
Error	38,7200	8	4,8400		
Total	177,0625	11			

¿HAY EFECTO DEL FACTOR TIPO DE PLANTA SOBRE EL PERÍMETRO DE LAS CABEZAS DE AJO?

Dado que el valor de Fc = 14,98 y el valor p = 0,0047 < 0,05, se rechaza la Ho, y se concluye que sí hay efecto del factor Tipo de planta sobre los perímetros de las cabezas de ajo, independiente del Riego utilizado

Presentación de resultados (caso sin interacción)

Cuadro 1. Perímetros de cabezas de ajo (mm) por Tipo de planta, independiente del Riego utilizado

Tipo de planta	Perímetro cabeza ajo (mm)
Sana	40,88 a
Enferma	35,97 b

Promedios unidos por letras diferentes en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los niveles del Factor Tipo de planta, independiente del Riego utilizado, según la prueba de LSD (pvalue < 0,05)

CONCLUSION:

Independiente del Riego utilizado, los mejores perímetros de cabezas de ajo se obtienen siempre con las Plantas Sanas (media más alta y difiere estadísticamente de las Plantas Enfermas).

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Perimetro	12	0,7813	0,6993	5,7254

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	138,3425	3	46,1142	9,5277	0,0051
Tipo planta	72,5208	1	72,5208	14,9836	0,0047
Riego	65,8008	1	65,8008	13,5952	0,0062
Tipo planta*Riego	0,0208	1	0,0208	0,0043	0,9493
Error	38,7200	8	4,8400		
Total	177,0625	11			

3) Efecto del factor Riego

Ho: no existe efecto del factor Riego sobre el perímetro de las cabezas de ajo

HA: existe efecto del factor Riego sobre el perímetro de las cabezas de ajo.

Tabla de Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Perimetro	12	0,7813	0,6993	5,7254

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	138,3425	3	46,1142	9,5277	0,0051
Tipo planta	72,5208	1	72,5208	14,9836	0,0047
Riego	65,8008	1	65,8008	13,5952	0,0062
Tipo planta*Riego	0,0208	1	0,0208	0,0043	0,9493
Error	38,7200	8	4,8400		
Total	177,0625	11			

¿HAY EFECTO DEL FACTOR RIEGO SOBRE EL PERÍMETRO DE LAS CABEZAS DE AJO?

Dado que el valor de Fc = 13,59 y el valor p = 0,0062 < 0,05, se rechaza la Ho, y se concluye que sí hay efecto del Riego sobre los perímetros de las cabezas de ajo, independiente del Tipo de planta utilizada

Presentación de resultados (caso sin interacción)

Cuadro 2. Perímetros de cabezas de ajo (mm) por Riego, independiente del Tipo de planta utilizado

Riego	Perímetro cabeza ajo (mm)
15	40,77 a
30	36,08 b

Promedios unidos por letras diferentes en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los niveles del Factor Riego, independiente del Tipo de planta utilizado, según la prueba de LSD (pvalue < 0,05)

CONCLUSION:

Independiente del Tipo de planta utilizado, los mejores perímetros de cabezas de ajo se obtienen siempre con el Riego de frecuencia cada 15 días (media más alta y difiere estadísticamente de la frecuencia cada 30 días).

DCA o DBCA
con estructura factorial de tratamientos

Erika Kania Kuhl
Ing. Agr. Dr.
Email: ekania@uchile.cl