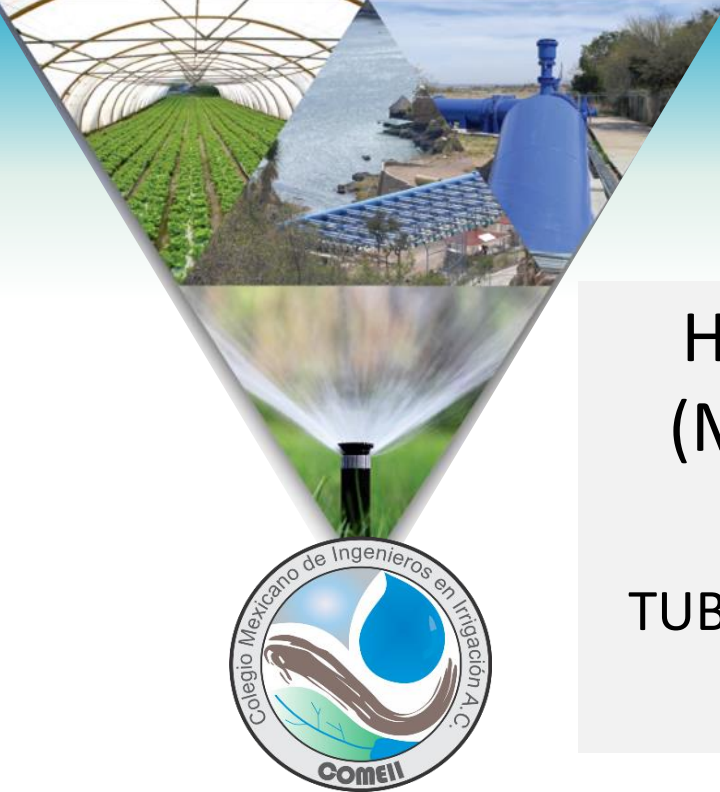




IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.

HUMEDAD DEL SUELO PERMISIBLE (MDP) PARA EL MANEJO DEL RIEGO POR GOTEO EN PAPA (SOLANUM TUBEROSUM L.) MEDIANTE UN MODELO INTEGRAL



SIFUENTES-Ibarra Ernesto; MERINO-Leyva
Rosa Isabel; RUÍZ-Pérez Vladimir; OJEDA-
Bustamante Waldo; FLORES-Gallardo Hilario;
MACÍAS-Cervantes Jaime*

Fecha 16/octubre/2018





**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



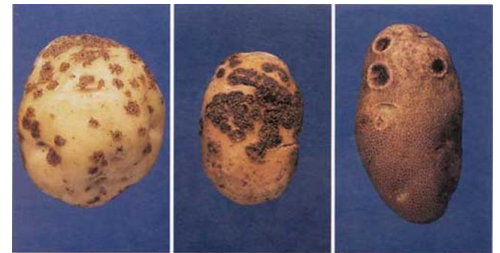
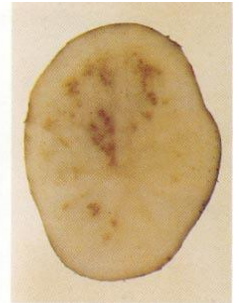
Introducción

- México: 64,000 ha anuales, producción 1.7 millones de toneladas, rendimiento medio de 27 t ha⁻¹ (Onamu et al., 2015)
- Impacto social: 8 700 productores, 20 000 familias, 17 500 empleos directos y 51 600 indirectos (Luque et al., 2011)
- Sinaloa: principal productor nacional con 12,000 ha anuales (31.09%), principalmente en la zona norte (otoño-invierno). Riego por gravedad: 5 a 7 riegos de auxilio, lámina total 60 cm, intervalo de 10 a 27 días, duración de ciclo de 110 a 120 días y rendimiento promedio de 27 a 35 t ha⁻¹ de tubérculos frescos.
- Variedades más comunes: Fianna y Ágata (fresco); Atlantic y FL1867 (industrial).



Importancia del riego en el cultivo de papa

- Deficiente calendarización: agrietamiento o la formación de corazones negros (necrosis interna).
- La alta frecuencia del riego por aspersión o goteo reduce la ocurrencia de malformación de tubérculos (FAO 1986).
- Después del desvare, debe haber un contenido de humedad idóneo (>50% del valor de capacidad de campo) que evite el agrietamiento y ataque de plagas como la palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella* Zeller).





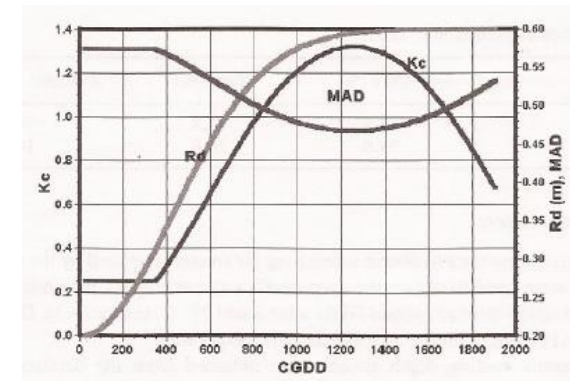
**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



El problema de investigación

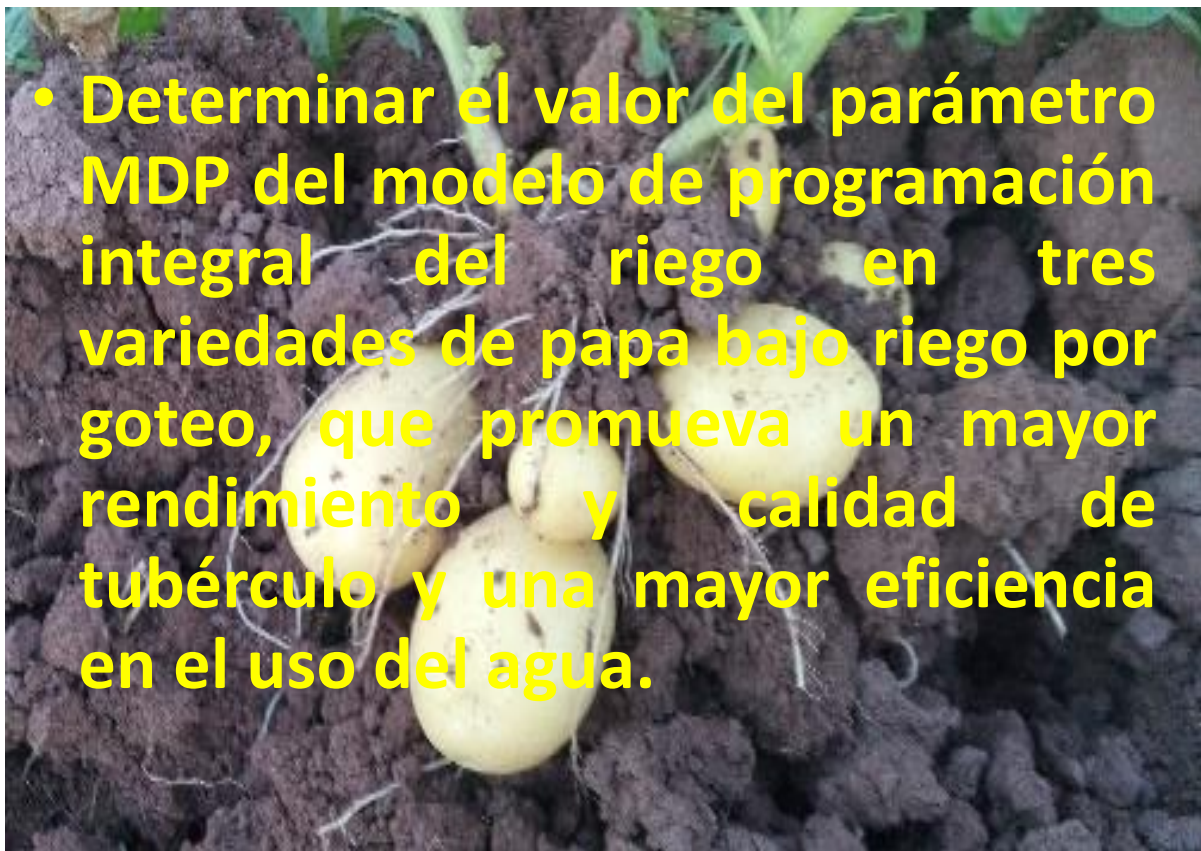
- Variabilidad climática: alteración de duración de ciclos fenológicos, se requiere incorporar el concepto de días grado crecimiento (oD)
- IRRIMODEL © (Sifuentes et al., 2015) utiliza un modelo de programación integral del riego generado y validado en el norte de Sinaloa para gravedad y aspersión (Ojeda et al., 2004).

Variable	Función	Parámetro
Coeficiente de cultivo	$K_c = K_{\max} \operatorname{erfc}\left(\left(\frac{x - x_{K_{\max}}}{\alpha_1}\right)^2\right)$ si $K_c < K_{c_0}$, entonces $K_c = K_{c_0}$	$K_{\max} = 1.3$ $x_{K_{\max}} = 0.6$ $\alpha_1 = 0.45$ $K_{c_0} = 0.2$
Profundidad radical	$P_r = P_{r_0} + (P_{r_{\max}} - P_{r_0}) \left\{ 1 - \exp\left[-\frac{(GDA_n)^2}{\alpha_2^2}\right] \right\}$	$P_{r_0} = 0.15 \text{ m}$ $P_{r_{\max}} = 0.7 \text{ m}$ $\alpha_2 = 600$
Máximo déficit permitido	$MDP = \alpha_3 - \alpha_1 K_c$	$\alpha_3 = 0.68 \text{ (gravedad)}$ $\alpha_3 = 0.45 \text{ (aspersión)}$ $\alpha_4 = 0.1$

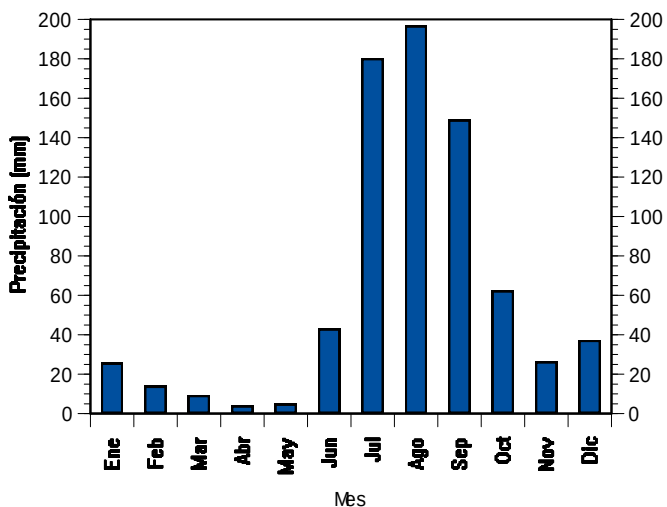
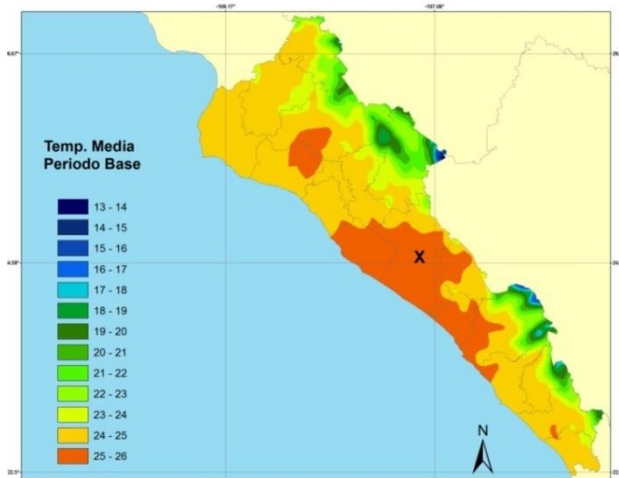


Objetivo

- **Determinar el valor del parámetro MDP del modelo de programación integral del riego en tres variedades de papa bajo riego por goteo, que promueva un mayor rendimiento y calidad de tubérculo y una mayor eficiencia en el uso del agua.**



Materiales y Métodos



Lugar: INIFAP-CEVAF, DR-075

Coordenadas: 25° 45' 49" N, -108° 51' 41" W

Altitud: 12 msnm

Suelo: textura arcillosa, pobre en materia orgánica
pendiente plana sin problemas de sales solubles

Superficie: 0.5 ha

Fecha de siembra: 23/10/2015

Densidad de siembra: 50,000 semillas ha-1



IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.

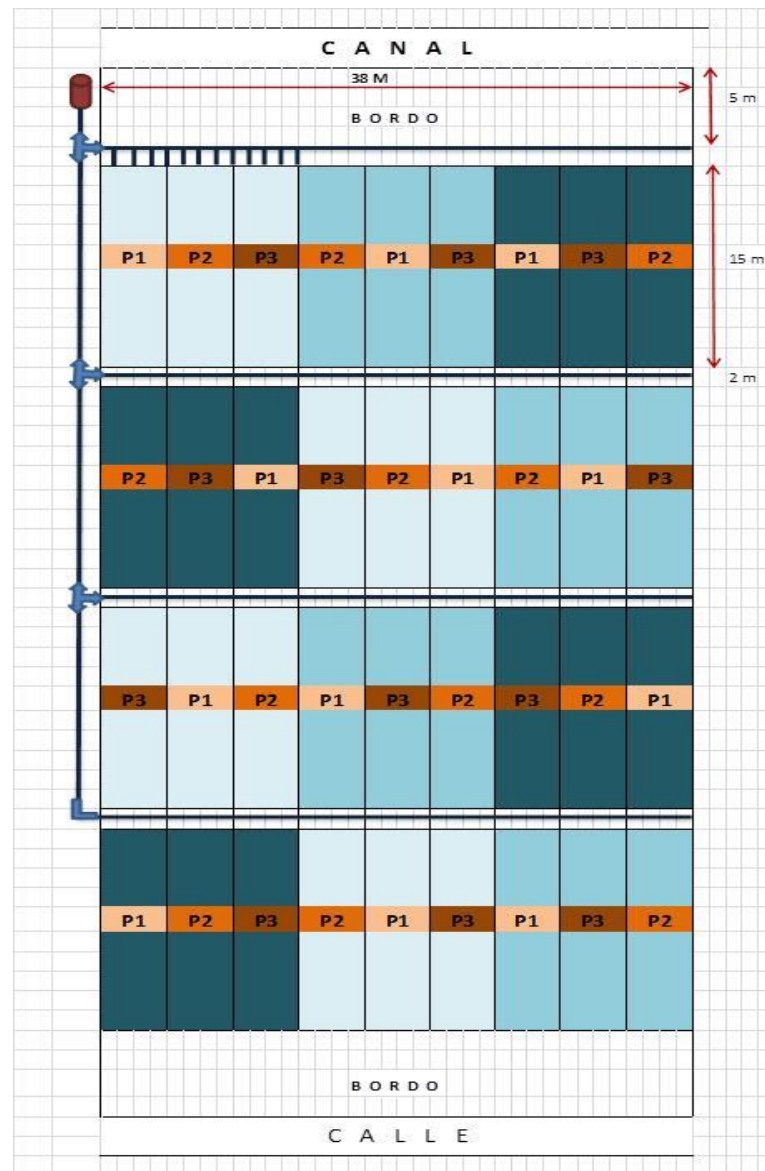


Tratamientos y distribución

MDP (factor A)	Variedades (Factor B)	TT
0.15	Atlantic, Ágata, Fianna	3
0.30	Atlantic, Ágata, Fianna	3
0.45	Atlantic, Ágata, Fianna	3
Total		9

Parcelas = 9 x 4 = 36

P1	=	ATLANTIC
P2	=	ÁGATA
P3	=	FIANNA





**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Variables medidas

1. Eficiencia de aplicación (EA): L_n / L_b
2. Fenología (Jefferies y Lawson, 1991)
3. Grados-día ($^{\circ}D$) (Ojeda et al., 2006): IRRIMODEL©

$$^{\circ}D = T_a - T_{cmin}, \text{ si } T_a < T_{cmax}$$

$$^{\circ}D = T_c - \max T_c - \min, \text{ si } T_a \geq T_c - \max$$

$$^{\circ}D = 0, \text{ si } T_a \leq T_c - \min$$

Nota: $T_c\text{-min} = 2$ y $T_c\text{-máx} = 29$ oC

4. Rendimiento

5. Calidad (<http://www.conpapa.org.mx/>).

Calidad	Diámetro (mm)
Primera	71-80
Segunda	51-70
Tercera	41-50
Cuarta	31-40
Quinta	21-30
Gigantes	>80
Deformes	---



IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Resultados y Discusión

Requerimientos de riego y eficiencia en el uso del agua

Tabla 3. Riegos aplicados, Lámina neta (L_n), Lámina bruta (L_b) y Eficiencia de aplicación (EA) para tres niveles de máximo déficit permitido (MDP) en papa bajo riego por goteo, en el norte de Sinaloa, México.

Máximo déficit permitido (%)	Número de riegos	Intervalo de riegos máximo (días)	Intervalo de riegos mínimo (días)	Lámina neta (cm)	Lámina bruta (cm)	Eficiencia de aplicación (%)
15	14	22	5	29.5	32.5	90.6
30	8	30	8	28.8	32.0	90.0
45	5	36	13	28.4	34.8	81.5



IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Resultados y Discusión

Rendimiento

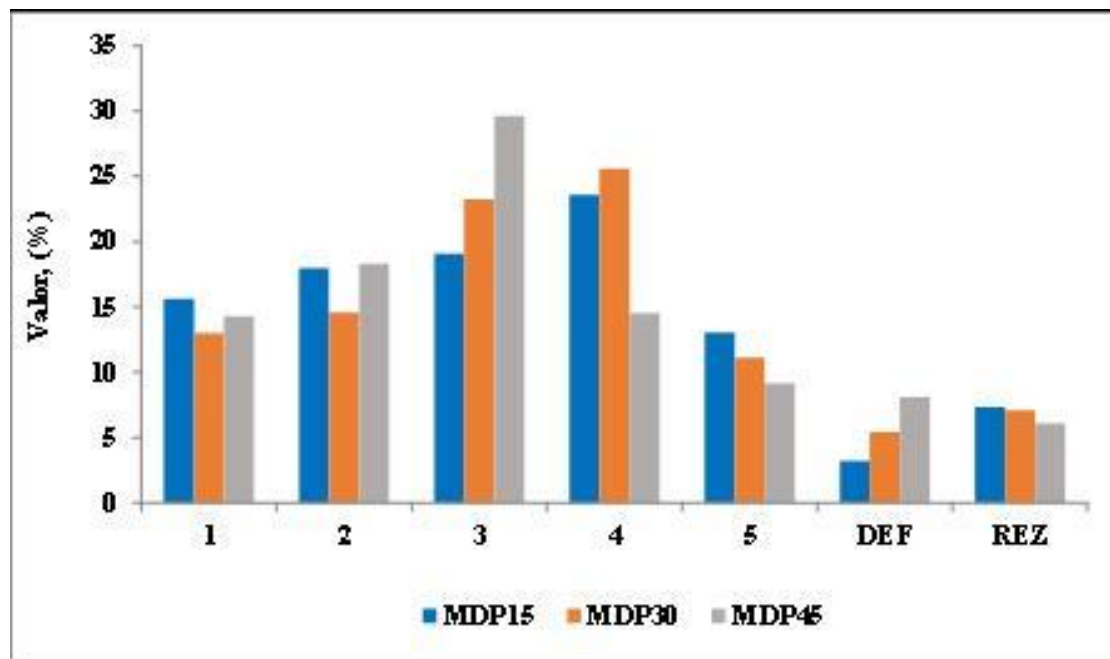
Tabla 4. Rendimientos obtenidos en tres variedades de papa sometidas a tres niveles de estrés hídrico en riego por goteo, en el norte de Sinaloa, México.

Factor A (MDP)	Factor B (Variedad)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Diferencia (t ha ⁻¹)	Diferencia (%)
0.15	Fianna	30.3	0.0	0.0
	Ágata	28.4	0.0	0.0
	Atlantic	26.8	0.0	0.0
	Media	28.5	0.0	0.0
0.30	Fianna	25.8	-4.5	-14.8
	Ágata	25.4	-3.0	-10.5
	Atlantic	21.3	-5.5	-20.4
	Media	24.2	-4.3	-15.1
0.45	Fianna	22.3	-8.0	-26.4
	Ágata	27.8	-0.6	-2.1
	Atlantic	20.7	-6.1	-22.8
	Media	23.6	-4.9	-17.2

Resultados y Discusión

Calidad de la producción

Figura 1. Distribución de la calidad de la producción de papa variedad **Atlantic**, sometida a tres niveles de máximo déficit permitido (MDP)

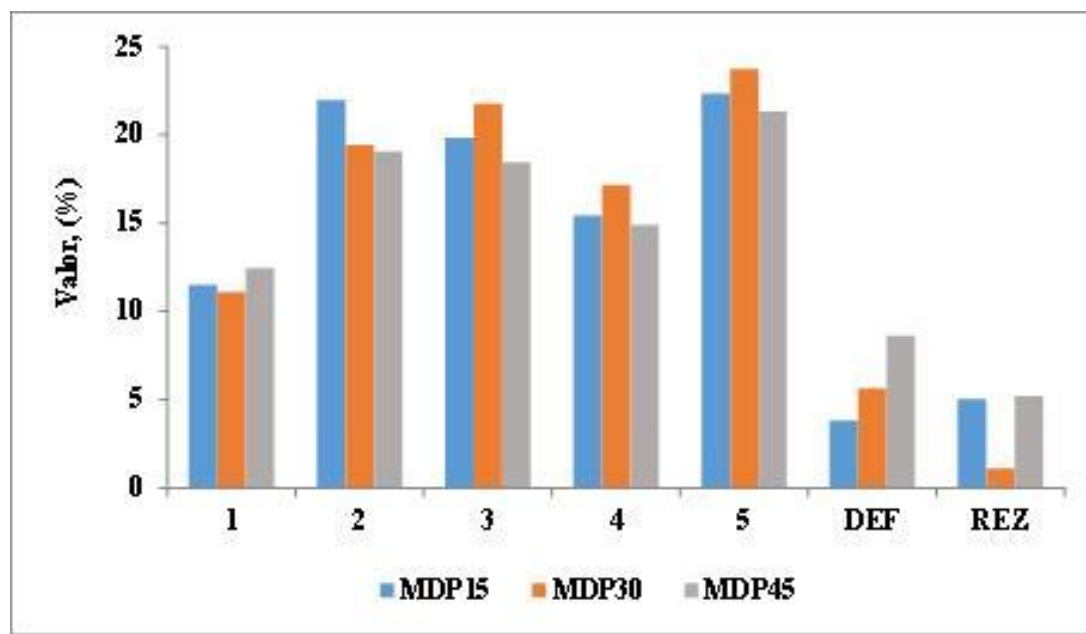


1= primera (71-80 mm) 2= segunda (51-70 mm), 3= tercera (41-50 mm), 4= cuarta (31-40 mm),
5= quinta (21-30 mm), DEF= deformes, REZ= rezaga

Resultados y Discusión

Calidad de la producción

Figura 2. Distribución de la calidad de la producción de papa variedad **Fianna**, sometida a tres niveles de estrés hídrico en el norte de Sinaloa, México

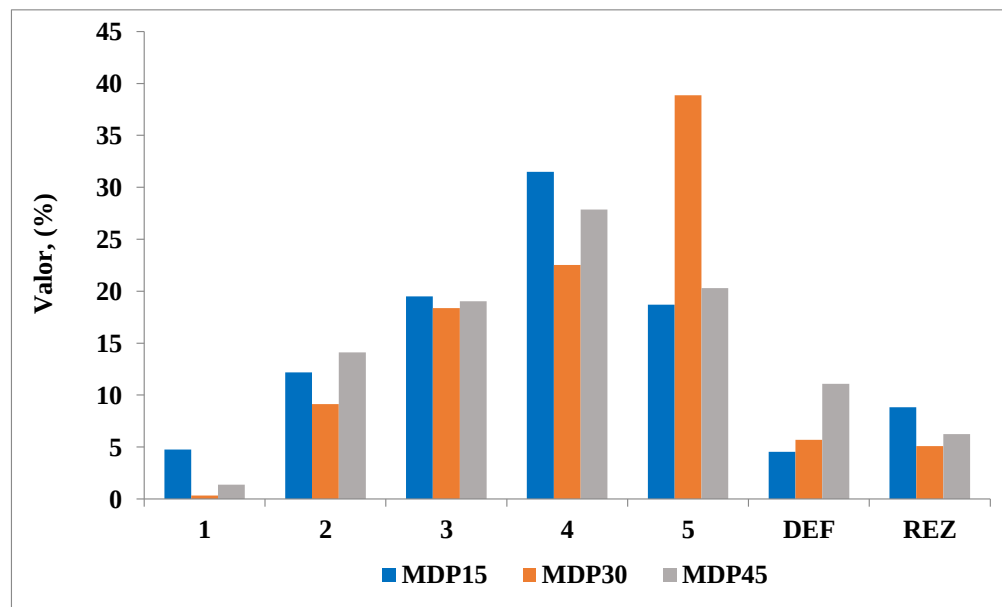


1= primera (71-80 mm) 2= segunda (51-70 mm), 3= tercera (41-50 mm), 4= cuarta (31-40 mm),
5= quinta (21-30 mm), DEF= deformes, REZ= rezaga

Resultados y Discusión

Calidad de la producción

Figura 3. Distribución de la calidad de la producción de papa variedad **Ágata**, sometida a tres niveles de estrés hídrico en el norte de Sinaloa, México



1= primera (71-80 mm) 2= segunda (51-70 mm), 3= tercera (41-50 mm), 4= cuarta (31-40 mm),
5= quinta (21-30 mm), DEF= deformes, REZ= rezaga

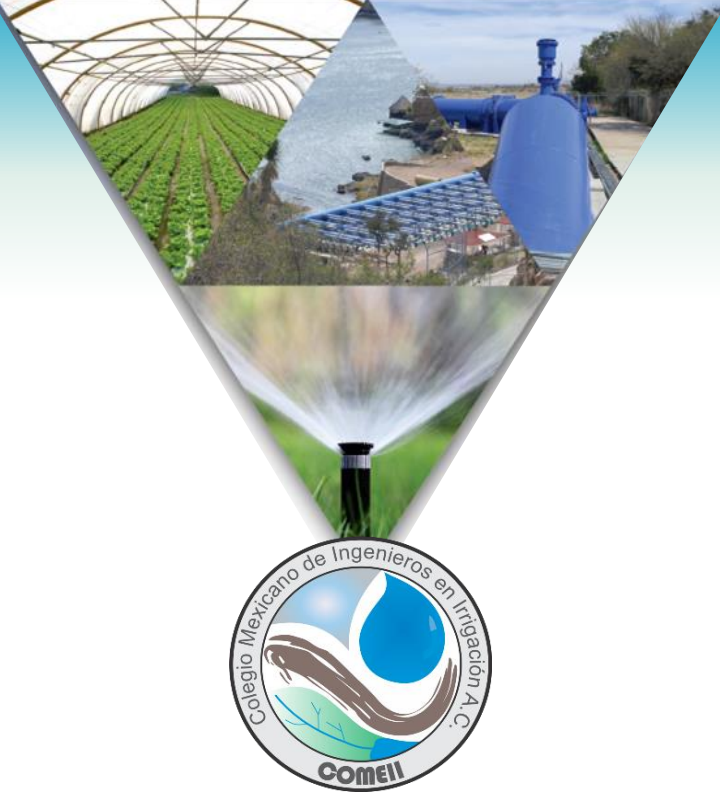


**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Conclusiones

- El mayor número de riegos derivado de MDP bajo reduce el estrés hídrico del cultivo, lo cual se refleja en un ligero aumento de los requerimientos de riego (L_n) y eficiencia de aplicación
- La respuesta en rendimiento de las tres variedades al MDP fue diferenciada, siendo la más sensible Atlantic, seguida de Fiana y Ágata. Este comportamiento indica viabilidad para utilizar sistemas de riego por goteo en las variedades Atlantic y Fianna. En la variedad Ágata puede seguir manejándose bajo riego por aspersión y gravedad y puede ser una buena opción para períodos de baja disponibilidad hídrica.
- Se encontraron respuestas importantes del efecto del MDP en la calidad de tubérculos. En general, el nivel bajo promovió tubérculos de primera y segunda calidad, sin embargo incrementó las rezagas. El valor alto promovió tubérculos deformes.
- Se cuenta con el modelo integral para programación del riego en papa bajo riego por goteo, principalmente para Atlantic y Fianna en Sinaloa.



Gracias

SIFUENTES-IBARRA ERNESTO
ESTUDIANTE DE DOCTORADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEL AGUA-MTA
EBLNAT68@GMAIL.COM.MX



AGUASCALIENTES
GOBIERNO DEL ESTADO
Contigo al 100

SEDRAE
SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL
Y AGROEMPRESARIAL

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



AMERD
ASOCIACIÓN MEXICANA DE EMPRESAS DE AGUA Y ENERGÍA S.A. DE C.V.



SM GEODIM
MODELOS DE INFORMACIÓN DE LA TIERRA