

ARTÍCULO ORIGINAL

Pronóstico del régimen de riego para dos empresas pecuarias de la provincia de Granma

Irrigation regime study for two enterprises of the Granma province

Ariel Antonio Sosa Rodríguez¹, Julián Herrera Puebla² y Roberto Alarcón Licea³

RESUMEN. En dos empresas pecuarias de la provincia de Granma se realizó un estudio del pronóstico del régimen de riego del cultivo del King Grass con la utilización del programa computacional profesional CROPWAT 4, con el objetivo de determinar los parámetros que conforman el régimen de riego de este cultivo. El estudio realizado arrojó que este cultivo necesita entre 6 y 8 riegos, una norma de 681 a 2264 m³/ha, de acuerdo a las épocas y un hidromódulo de 0,85 L/s/ha, con una evapotranspiración anual de 1188,7 a 1211 mm/ha, demostrando que es totalmente factible la utilización del programa computacional CROPWAT, para la determinación del régimen de riego del King Grass en la zona llana de la provincia de Granma.

ABSTRACT. In two enterprise of Granma province a project irrigation regime study of King Grass crop was carried out whit Cropwat computation program with objective to bring about the parameter to conform this irrigation regime. The study emitted that using the CROPWAT program and real data of the zone used and contribution in irrigation regime of King grass crop is get and was to bring about this crop need amoung 6 and 8 watering, a rule of 681 to 2264m³/ha, in accord with epoch, 0, 85 L/s/ha and 1188 a 1211 mm/ha of evapotranspiration crop, demostrating to feasibility use of CROPWAT programe ind determination of irrigation regime of King grass crop in Granma zone.

INTRODUCCIÓN

El King Grass es el cultivo más extendido en el país para la producción pecuaria como alimento animal, esta especie a pesar de su reconocida resistencia a la sequía posee un alto potencial de respuesta al riego por lo que ocupa un lugar primordial en los planes de producción de forraje en nuestra región (Herrera, 2010).

Esta producción, está limitada en la seca por la escasez de lluvias típica de este período, por lo que la aplicación oportuna y eficaz del riego, se hace necesaria para producir forraje de calidad y en los volúmenes necesarios a partir de variedades que respondan a las aplicaciones del mismo (Rey, 2008).

Para disminuir los efectos de la sequía en la producción de carne vacuna el país ha destinado fondos para el riego de 20 000 ha, programa que se debe concretar en el termino de 5 años, con el establecimiento del sistema de riego de uno a

cuatro ha, en esta área se debe producir suficiente alimento animal a partir de biomasa forrajera, para cubrir las necesidades alimentarias de 600 000 vacunos en ceba estabulada y semiestabulada durante todo el año. (IIRD, 2008).

El desarrollo del programa para la ceba intensiva de toros, refrendados por el acuerdo 759 de la comisión Político Económica del Consejo de Estados de la República de Cuba (IIRD, 2008), incluye entre sus fundamentos el desarrollo de un área forrajera, fundamentalmente de King Grass que puede fluctuar entre 1-4 ha en dependencia de la cantidad de ganado a alimentar.

Se ha demostrado con la introducción de tecnologías de riego que es posible la producción pecuaria a partir de contar con pequeñas áreas con riego por aspersion en el cultivo del King Grass, demostrando que es posible mantener 30 toros en ceba como alimento alternativo de forma intensiva (IIRD, 2008).

Recibido 18/03/11, aprobado 30/01/12, trabajo 05/12

¹ Ing. Inv., Instituto de investigaciones agropecuarias "Jorge Dimitrov", Carretera de Bayamo a Manzanillo, km. 16 ½, Bayamo, Granma, Cuba.

² Dr.C. Inv. Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera de Fontanar, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba, Teléf.: (53) (7) 645-1731 y 645-1353, E-mail: julian@iagric.cu

³ M.Sc., Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric).

En la región se dedican en la actualidad más de 4000000 ha de tierra a la producción de ganado vacuno con un total 244590 cabezas de ganado cifra insuficiente para satisfacer la demanda de la población. Las perspectivas para los próximos años es que se incremente la masa ganadera por encima del medio millón de cabezas. Para esto será necesario un programa de desarrollo ganadero donde este implícito la actividad de riego y drenaje para incrementar la producción de forraje como alimento, (MINAG, 2008). Este trabajo tiene como objetivo Contribuir al conocimiento de régimen de riego del King Grass para una explotación correcta del riego en la zona llana de la provincia Granma, con la utilización del programa profesional CROPWAT y datos reales de la zona de estudio, permitiendo realizar una planificación del agua de acuerdo a las necesidades del cultivo y las posibilidades de la técnica de riego utilizada.

MÉTODOS

En la provincia de Granma se realizó el estudio del pronóstico del régimen de riego del cultivo del King Grass con la utilización del programa computacional profesional Cropwat 4.0 for Windows de Smith *et al.* (2006), con el objetivo de

determinar los parámetros que conforman el régimen de riego de este cultivo. Se estudió la regionalización del régimen de riego de proyecto del cultivo del King Grass en dos empresas pecuarias de la provincia: La Empresa Genética “Manuel Fajardo”, en Jaguaní ubicada a los 20° 23’ latitud norte y 76° 21’ longitud oeste y la Empresa Pecuaria “Roberto Estévez Ruz “en Cauto Cristo ubicada a los 20° 33’ latitud norte y 76° 25’ longitud oeste. El relieve de las mismas es muy similar al estar situadas dentro del valle del Cauto en la zona llana de la provincia de Granma.

Para la caracterización climática de las zonas de estudio se procesó la información climatológica de las estaciones meteorológicas de Veguita y Jucarito adyacentes a las empresas citadas a menos de 40 km. de distancia de la misma. Las variables obtenidas fueron las siguientes: temperatura máxima y mínima, humedad relativa, velocidad del viento y horas de sol, en una serie de 10 años (CITMA, 2010).

Los datos de precipitación fueron obtenidos de la base de datos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) a través de 27 pluviómetros distribuidos en toda la región, 16 en Jaguaní y 11 en Cauto Cristo. Estos datos de lluvia se procesaron mensuales en una serie de 10 años.

Se utilizaron los Kc determinados por Herrera (2008).

TABLA 1. Valores de los coeficientes del cultivo (Kc) por época Herrera (2008)

ene.-feb.	mar.-abr.	may.-jun.	jul.-ago.	sept.-oct.	nov.-dic.
0,36	0,8	0,53	0,55	0,55	0,36
0,37	1,07	0,78	0,88	0,88	0,37
0,48	0,48	0,58	1,29	1,29	0,48

Se seleccionaron los suelos predominantes pertenecientes a los siguientes subtipos:

Vertisol típico (Cauto Cristo)

Pardo no gleysado vértico (Jiguaní)

TABLA 2. Propiedades hidrofísicas de los suelos en la zona de estudio

Sub tipos	CC (%)	PMP (%)	Da (g/cm ³)	Vi (mm/ día)
Pardo con carbonato típico.	39	19,5	1,27	144
Oscuro plástico no gleyzado pardo oscuro.	43	21,5	1,30	72

Los datos de las propiedades hidrofísicas de los suelos fueron obtenidos de la base de datos del Laboratorio Provincial de Suelos de Granma.

Expresión para determinar la lámina neta almacenable

$$LA = CC - PMP / 100 \cdot Da \cdot 1000 \text{ (mm/m)}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1 y 2, se muestran los valores de la evapotranspiración de referencia (Eto) mensual para los dos municipios donde se desarrolló la investigación, los valores mínimos se observaron en los meses de noviembre-febrero (4,3 mm/día). A partir del mes de marzo la ETo se incrementa, ocurriendo un máximo en el mes de abril-de 5,14 mm/día. Esto coincide con

los mayores valores de insolación y velocidad de los vientos, un comportamiento similar ocurre en los meses de julio-octubre donde se encontró un valor máximo de 4,97 mm/día.

Una tendencia similar indicaron Rey y de la Hoz (1979), al evaluar diferentes formas de cálculo de la Eto y el régimen de riego para distintos cultivos en Cuba, y con los resultados publicados por Sánchez (1984), en la región sur de la Habana.

El comportamiento de la $ET_{cultivo}$ (Figura 3), indicó un patrón similar para la necesidad de riego, en las dos estaciones objeto de estudio. El mayor consumo ocurrió en el período de corte para marzo-abril, similares resultados publicó Herrera, (1984), en condiciones de la región occidental de país, en condiciones de campo para el cultivo King Grass, los que indicaron que en esta época del año se producen el mayor con-

sumo, atribuyendo este comportamiento a la mayor insolación y velocidad de los vientos en estos meses.

Por su parte, Sánchez, (1984), en el sur de La Habana, trabajando con lisímetros, durante tres años encontró; un mayor consumo en la época de julio-agosto, lo que atribuyó a las mayores temperaturas de la época. Este autor trabajó con períodos entre corte del King Grass de 90 días, lo que puede también haber influido en la diferencia de valores estacionales, si se tiene en cuenta el efecto de la edad y la época del año sobre el crecimiento y el consumo de agua por este cultivo (Herrera 2010).

La Tabla 3 muestra el consumo por época para las dos regiones estudiadas. Como puede observarse los valores míni-

mos ocurren en los meses de noviembre-febrero, donde solo se alcanzan entre 100 a 120 mm/época. Las mayores demandas fueron en las épocas de marzo-abril y julio-agosto con promedios de 304-254 mm/época respectivamente. El municipio de Cauto Cristo mostró los valores más bajos con un consumo anual de 1188 mm/año.

Con la Bermuda Cruzada No 1, un pasto rastrero, en condiciones de parcelas de campo, en el oeste de la provincia La Habana Herrera (1984), obtuvo valores de ET para el cultivo de 1159,6 mm /año; mientras que, también en la provincia La Habana, en condiciones de lisímetros Rey y Dalivatov (1981), lograron valores de 1629.8 mm/año.

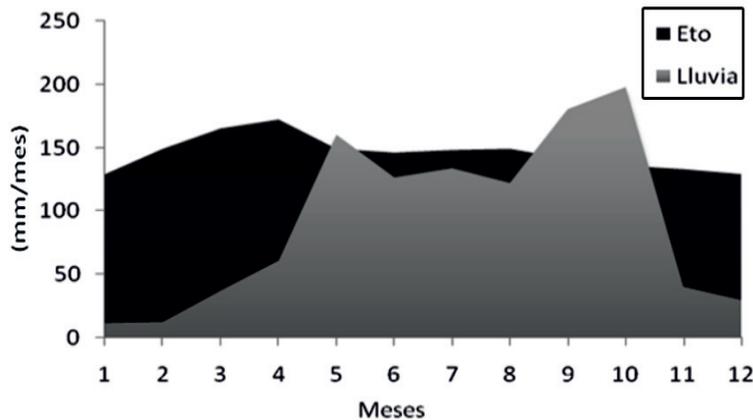


FIGURA 1. Relación evapotranspiración-lluvia en el municipio Cauto Cristo.

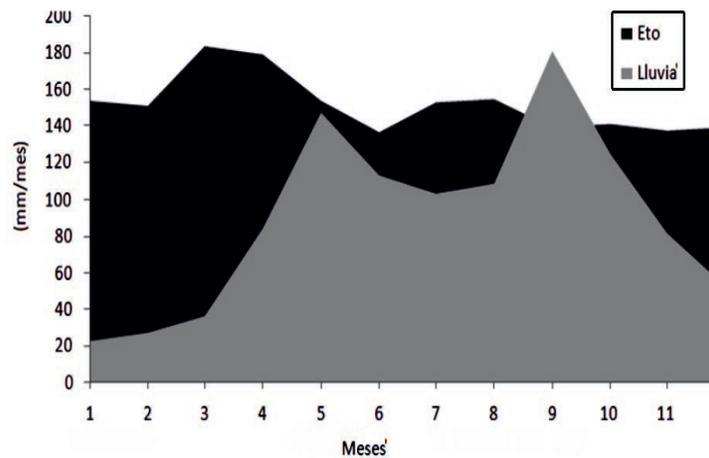


FIGURA 2. Relación evapotranspiración-lluvia en el municipio Jiguaní.

Por su parte, Plaza (2004), en Honduras, a una altitud de 800 msnm, y trabajando con lisímetros encontró valores promedio de $ET_{cultivo}$ semanales (cortes a 21 días) de 43,9 mm/semana para el pasto Mulato y de 41,7 para Andropogon, lo cual significaría valores anuales de 1584 y 1501 para el pasto mulato y Andropogon respectivamente.

Como puede observarse, excepto los valores reportados por Herrera, que fueron obtenidos en condiciones de campo, el resto de los valores para los pastos rastreros, superan a los

valores obtenidos para el King Grass, tanto en este trabajo como en los reportados por otros autores. Una explicación en este sentido podría encontrarse en la forma de crecimiento de ambos tipos de gramíneas. Así, mientras el King Grass es una especie de porte erecto que deja espacios de suelo sin cubrir, aun cuando alcance su mayor porte, el resto de las gramíneas señaladas cubren totalmente el suelo, lo que implica un mayor superficie para la transpiración y por tanto una mayor capacidad evapotranspirante, según señalan Allen, *et al* (2006).

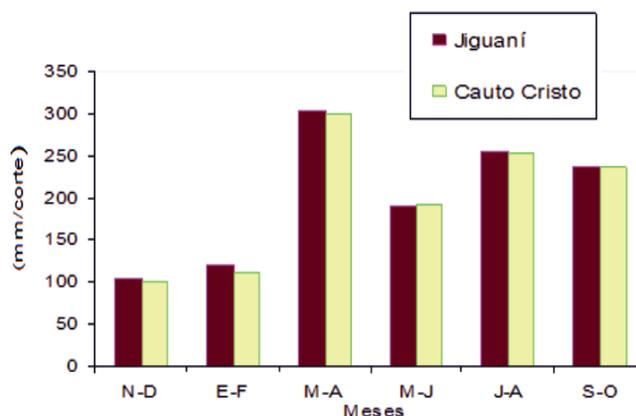


FIGURA 3. Evapotranspiración del cultivo de King Grass en dos empresas de la provincia Granma.

TABLA 3. Evapotranspiración del cultivo por épocas y total anual para las regiones en estudio comparado con otros resultados del país. (mm/ha)

Época	CAUTO CRISTO	JIGUANÍ	Lisímetros ¹	Campo ²
	Et _{cultivo}	Et _{cultivo}		
Ene/feb.	111,75	120,71	162	
Mar/abril	291,2	304,2	203	
May/jun.	192,7	191,1	259	
Jul. /ago.	254,7	254,6	307	
Sep. /oct.	237,22	236,2	205	
nov./ dic.	101,23	105,1	148	
Total	1188,77	1211,9	1284	1176

¹Según datos de Sánchez (1984); ²Según datos de Herrera (1984).

La Tabla 4, muestra el déficit de humedad por períodos (cortes) y el número de riegos para cada una de las estaciones estudiadas. El promedio de riego por cortes fue 7 para ambas empresas Este valor del número de riego equivale a un riego

semanal, lo cual se adecua para el período marzo - abril según los déficit hídricos mostrados para este período, sin embargo resultan relativamente altos para ene.-feb. y nov.-dic. según el mismo criterio anterior.

TABLA 4. Déficit de humedad por período (cortes) (mm/ha) y números de riegos

Época	CAUTO CRISTO		JIGUANÍ	
	Déficit de humedad	Número de riegos	Déficit de humedad	Número de riegos
Ene/feb.	90,5	8	91,93	7
mar/abril	221,6	8	226,4	8
Mayo/jun.	144,7	7	143,2	8
Jul. /ago.	175,6	7	175,1	7
Sep. /oct.	154,4	7	155,2	7
nov. dic.	68,9	6	68,1	6
Promedio	142,6	7	143,2	7
Total	855,7	43	859,3	43

La Tabla 5 muestra las normas parciales netas por municipios para las 6 épocas del año, comparadas con la norma de proyecto. En los periodos de mayor demanda (marzo- octubre), las normas netas parciales según indica el Instructivo del IIRD (2008), son similares y en ocasiones ligeramente superiores a la norma de proyecto. En los períodos de menor demanda, las normas netas a aplicar según el cálculo de CropWat son alrededor de un 50% inferior a la norma de proyecto.

Un análisis de lo explicado anteriormente indica, que la utilización de un intervalo fijo como parámetro de cálculo en el CropWat conduce a una sobrestimación en el número de riegos en la época de menor demanda (no así en la norma total de riego), ya que el programa calcula un riego cada siete días independientemente de que en el suelo se haya alcanzado o no el límite productivo fijado, y en ocasiones reduce la norma para no sobrepasar el valor de reserva total útil del suelo.

TABLA 5. Dosis parcial neta (m³/ha) aplicadas por períodos comparadas con la norma de proyecto

Época	Dosis neta (m ³ /ha)		Dosis de Proyecto
	Cauto Cristo	Jiguani	
Ene./feb.	113,1	130	250
Mar./abril	277,5	283	250
Mayo/jun.	206	179	250
Jul./ago.	250	250	250
Sep./oct.	220	220	250
Nov./dic.	114	111	250
Promedio	196,7	195	250

La aplicación en condiciones de producción de un intervalo fijo de 7 días, sin el consiguiente ajuste de la norma trae consigo, como puede observarse en la tabla 5, un consumo de agua y energía un 50 % por encima de las necesidades del cultivo.

Para la época de máxima demanda (marzo-abril; julio-agosto, tabla 5), la norma de riego calculada por CropWat es muy similar a la norma de proyecto indicando que los intervalos de 7 días son adecuados para satisfacer la demanda del cultivo.

En este sentido, Herrera (1984), al estudiar el régimen de riego de proyecto en King Grass en la Habana y utilizando una serie de lluvias de 21 años, obtuvo para el período de marzo-

abril un total de 8 riegos para el año de 75% de probabilidad de la lluvia y solo 2 riegos en el período de enero-febrero, lo cual coincide con lo encontrado en este trabajo para la época de máxima demanda.

Así, los sistemas diseñados para una hectárea están basados en un consumo diario de 6.25 mm, un intervalo de cuatro días y un hidromódulo de 1.67 L/s/ha (IIRD, 2008), mientras que los resultados de este trabajo indican un consumo diario promedio de 5 mm en la estación pico, un hidromódulo de 0.85 L/s/ha y un intervalo de 7 días, lo que indica que con el equipo de bombeo actual del sistema de una hectárea está sobredimensionado con relación a la demanda real del cultivo.

CONCLUSIONES

- Con la utilización del programa profesional CROPWAT y los datos reales de la zona de estudio se logra una contribución al conocimiento del régimen de riego del King Grass lo que permitirá una explotación correcta del riego de este cultivo en la zona llana de la provincia Granma.
- Mediante el CROPWAT se ha podido determinar que este cultivo necesita entre 6 y 8 riegos, una norma de 681 a 2284 m³/ha, de acuerdo a las épocas y un hidromódulo de 0,85 L/s/ha con una evapotranspiración anual de 1188,7 a 1211 mm/ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R G., L.S PEREIRA, D. RAES Y M. SMITH: *Evapotranspiración de los cultivos, Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, FAO Estudios Riego y Drenaje 56, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, 2006.
- CITMA: *Anuario meteorológico de la provincia de Granma*, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, 2009.
- HERRERA, J: *Determinación de coeficientes de cultivo (Kc.) en el cultivo del King Grass*, Informe del Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, La Habana, 2008.
- HERRERA, J: *Régimen de riego de algunas gramíneas forrajeras de la región occidental de Cuba. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)*, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1984.
- HERRERA, J.: El King Grass es el cultivo más extendido en el país para la producción pecuaria como alimento animal..., (información personal), Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAGric), La Habana, 2010.
- IIRD: *El desarrollo del programa para la ceiba intensiva de toros*, 12pp., (documento de proyecto), Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, La Habana, Junio 2008.
- MINAG: *Programa de desarrollo ganadero donde este implícito la actividad de riego y drenaje para incrementar la producción de forraje como alimento*, (datos de archivo), Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2008.
- PLAZA, T., F.: *Requerimientos hídricos de cuatro pastos*, 112pp., **Tesis (en opción al título de Ingeniero en Riego y Drenaje)**, Honduras, 2004.
- REY, R. y DALIVATOV: *Metodología para la determinación del momento de riego, Método bioclimático*, Ministerio de la Agricultura, CIDA, La Habana, 1981.
- REY, R.: "Evapotranspiración máxima de la Bermuda Cruzada", *Cienc. Tec. Agric. Riego y Drenaje*, 2(1): 45-56, 1979.
- REY, R. y L. DE LA HOZ: *Manual del régimen de riego de los principales cultivos en Cuba*, Editorial ORBE, La Habana, 1979.
- Rey, R.: Instructivo para la selección del área e instalación de sistemas de riego de baja intensidad (estacionarios y semiestacionarios) de 1,03 hectáreas, destinados a la producción de forrajes para la ceiba intensiva de ganado vacuno, En: **Seminario Nacional**, pp. 1-5, 8 y 9 de octubre, 2008, Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, La Habana, 2008.
- SÁNCHEZ LANDA, A. M.: *El comportamiento de la ET_{cultivo} para el cultivo de King Grass en condiciones de la región occidental de país*, 40pp., **Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero en Riego y Drenaje)**, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (ISCAH), Facultad de Riego y Drenaje, La Habana, 1984
- SMITH, D; D. CLARKE & K. EL ASKARI: *Cropwat 4.0 for Windows*, User guide, 97pp. FAO, Roma, 2006.