


Determinación del régimen de riego del maíz (*Zea mays* L.) en la provincia de Cienfuegos

Determination of the irrigation regime for the corn (Zea mays L.) in Cienfuegos province

 Reinaldo Pérez-Armas^{I*},  Carmen E. Duarte-Díaz^{II},  Dael Jiménez Solís^{III} and  Lissett Ponce Rancel^I

^IUniversidad de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba.

^{II}Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

^{III}Empresa Agropecuaria Horquita. Asentamiento Horquita, Abreu, Cienfuegos, Cuba.

*Autor para correspondencia: Reinaldo Pérez-Armas, e-mail: rey66130perez@gmail.com

RESUMEN: El conocimiento de los requerimientos hídricos de un cultivo permite inferir las posibilidades de su desarrollo y posibilita evaluar la cantidad de agua que no es satisfecha por las precipitaciones para ser cubiertas con el riego. Con el objetivo de determinar el régimen de riego de explotación para el cultivo del maíz, variedad H-Ame 15, en la finca “La Prosperidad” de la Empresa Agropecuaria Horquita se desarrolló el presente trabajo en el periodo comprendido a la campaña de siembra de primavera. El marco de siembra fue de 0,90 m por 0,25 m. El área está beneficiada por la máquina de pivote central que abarca un área de 30,7 ha. Se tomó el IV cuadrante de la máquina en el que se establecieron 5 parcelas de 60 m², una en cada tramo de máquina, para la toma de muestras. Se determinaron, los parámetros de suelo, cultivo, clima y de la máquina, con los que estableció el momento y la norma de riego requerido por cada fase de desarrollo del cultivo a partir del balance de humedad con el programa CROPWAT 8.0. Como resultados principales se obtuvo que la variedad de maíz H-Ame 15 encontró condiciones idóneas de suelo, clima y riego para expresar su máximo rendimiento, el aprovechamiento de las lluvias permitió el manejo del riego y permitió reducir el volumen de agua aplicado por riego hasta el 48,5 % de la que consumió el cultivo. El rendimiento promedio del maíz sembrado en primavera con 13% de humedad del grano fue de 10,3 t ha⁻¹ con una desviación estándar de 0,5 y un coeficiente de variación de 4,86%.

Palabras clave: Lámina de riego, lluvia aprovechable, momento de riego.

ABSTRACT: The knowledge of the water requirements of a crop allows us to infer the possibilities of its development and makes it possible to evaluate the amount of water that is not satisfied by precipitation to be covered by irrigation. With the objective of determining the exploitation irrigation regime for the cultivation of corn, variety H-Ame 15, on the “La Prosperidad” farm of the Horquita Agricultural Company, this work was developed in the period included in the sowing campaign of spring. The planting frame was 0,90 m by 0,25 m. The area is benefited by the central pivot machine No 2, Western model, with 5 towers and covers an area of 30,7 ha. The IV quadrant of the machine was taken in which 5 plots of 60 m² were established, one in each section of the machine, for sampling. The soil, crop, climate and machine parameters were determined, with which the time and irrigation standard required for each phase of crop development was established based on the moisture balance with the CROPWAT 8.0 program. The main results were that the corn variety H-Ame 15 found ideal soil, climate and irrigation conditions to express its maximum potential yield. Irrigation management allowed increasing the use of rain and reducing the volume of water applied by irrigation up to 48,5% of that consumed by the crop. The average yield of corn planted in spring with 13% grain moisture was 10,3 t ha⁻¹ with a standard deviation of 0,5 and a coefficient of variation of 4,86%.

Keywords: Irrigation Sheet, Usable Rain, Irrigation Time.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) ocupa el segundo lugar en producción agrícola a escala mundial, después de la caña de azúcar, y ocupará el primero para 2025 según las predicciones de [Rosegrant et al. \(2008\)](#), la producción mundial de la gramínea fue de 1038 millones de toneladas superando los 967 millones de toneladas estimados para ese año.

Dadas las características de esta especie botánica, la humedad es un factor determinante para alcanzar los niveles de producción que puede aportar con una demanda hídrica entre los 500 y 800 mm. Sin embargo, la sequía y la escasez de agua son los elementos predominantes que limitan la producción agrícola en las regiones áridas y semiáridas del mundo ([Chen et al., 2019](#)).

Recibido: 20/10/2024

Aceptado: 12/03/2025

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR: **Conceptualización:** Reinaldo Pérez Armas. **Curación de datos:** Reinaldo Pérez Armas. **Análisis formal:** Reinaldo Pérez Armas y Carmen E Duarte Díaz. **Investigación:** Reinaldo Pérez Armas, Carmen E Duarte Díaz, Dael Jiménez Solís y Lissett Ponce Rancel. **Supervisión:** Reinaldo Pérez Armas y Carmen E Duarte Díaz. **Validación:** Reinaldo Pérez Armas y Carmen E Duarte Díaz. **Papeles/Redacción, proyecto original:** Reinaldo Pérez Armas y Carmen E Duarte Díaz. **Redacción, revisión y edición:** Reinaldo Pérez Armas y Carmen E Duarte Díaz.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Toda vez que el agua es una de las limitantes fundamentales que condiciona el desarrollo de la agricultura, el adecuado conocimiento de los requerimientos hídricos de los cultivos permite inferir las posibilidades de evolución favorable de los mismos en condiciones de humedad residual para una zona dada, cuando los demás factores no resultan excluyentes. Posibilita asimismo evaluar la cantidad de agua que no es satisfecha por las precipitaciones y que para el logro de buenos rendimientos sería necesario proveer mediante riegos suplementario (Zamora et al., 2011).

Cada etapa de crecimiento del cultivo tiene sus propias demandas de agua, y la sensibilidad a la escasez de agua puede variar según el estado de desarrollo en el que se encuentre. Un estrés hídrico afectará el rendimiento del maíz con base en su intensidad y etapa fenológica en la que se presente, por lo cual la disponibilidad de humedad en el suelo es el factor más importante que afecta el rendimiento y calidad del maíz Sifuentes et al. (2021), razón que justifica la realización de éste trabajo en el que se plantea como objetivo determinar el régimen de riego de explotación para el cultivo del maíz, variedad H-Ame 15, en la finca “La Prosperidad” de la Empresa Agropecuaria Horquita.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

La zona de estudio se localiza en la finca “La Prosperidad” de la Empresa Agropecuaria Horquita en el municipio Abreu, provincia Cienfuegos en las coordenadas geográficas 22,16796 °N y 80,72754 °W, (Figura 1).

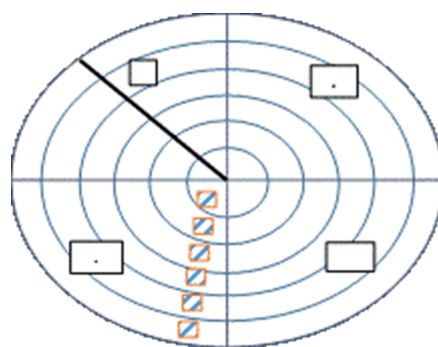


FIGURA 1. Imagen satelital de la zona de estudio

El cultivo seleccionado fue el maíz, variedad H-Ame 15, que es un híbrido simple desarrollado por el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), a partir del cruce entre la línea transgénica L-Moltó y la línea comercial cubana CT9. L-Moltó que aporta al híbrido eventos transgénicos que facilitan su manejo a gran escala,

al ser resistente a la palomilla del maíz y tolerancia a herbicidas a base de glufosinato de amonio, en la campaña de primavera (julio-octubre). El marco de siembra fue de 0,90 m de camellón por 0,25 m de narigón. El área se riega por aspersión, con la máquina de pivote central No 2, del modelo Western, con 5 torres, abarcando un área de 30,7 ha.

Para el estudio se tomó el IV cuadrante de la máquina siendo representativa del área total, por no existir variabilidad espacial de las propiedades del suelo Ferralítico Rojo lixiviado según Hernández et al. (2015), vinculadas al manejo del agua, según estudios anteriores de Cid et al. (2012) y se establecieron 6 parcelas de 60 m² (10 m de largo por 6 de ancho), una en cada tramo de máquina de riego para las evaluaciones de las variables de crecimiento y desarrollo y rendimiento del cultivo (Figura 2).



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 2. Ubicación de las parcelas en la zona de estudio.

Caracterización de la finca “La Prosperidad” de la UBPC “Cuba Libre”

Se tuvieron en cuenta los siguientes elementos:

- Del suelo: Contenido de materia orgánica, Contenido de P y K, Profundidad efectiva.
- Sistema de riego: características de la máquina de riego y evaluación pluviométrica.
- Del clima: Temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, insolación, velocidad y dirección del viento y precipitaciones. Los datos de clima se tomaron de la Estación automática instalada en la propia finca y un pluviómetro colocado en el área de estudio.

Determinación de forma experimental in situ de los parámetros del suelo y del cultivo de maíz, según las etapas de crecimiento

Límite superior del agua disponible en el suelo (capacidad de campo): Se determinará en condiciones de campo tomando muestras cada 10 cm de profundidad hasta los 40 cm.

Límite inferior del agua disponible en el suelo (coeficiente de marchitez): El punto de marchitez permanente se determinará mediante el uso de la fórmula empírica (1), la cual se deriva de conocer el valor de la capacidad de campo (Cisneros, 2003).

$$PMP = \frac{CC}{1,84} \quad (1)$$

donde:

PMP: es el punto de marchitez permanente, % pss;

CC: contenido de humedad a la capacidad de campo, % pss;

Densidad aparente: se tomaron las muestras de suelo con anillos de volumen conocido, se pesaron (psh) y luego se llevaron a la estufa durante 24 horas a 110 °C y se vuelve a pesar (pss). Con estos datos se calcula la densidad aparente a partir de la siguiente **expresión 2**.

$$Da = \frac{ms}{Vt} = \frac{\text{peso del suelo seco} - \text{peso del anillo}}{\text{Volumen del anillo}} \quad (2)$$

donde:

Ms= masa de los sólidos (g)

Vt= volumen del anillo (cm³)

Humedad inicial del suelo. Se determinó empleando el método gravimétrico tomando las muestras en 8 puntos del campo y a diferentes profundidades (0-10; 10-20 y 20-30 cm).

Del cultivo se evaluará: Variedad, fecha de siembra, agrotecnia aplicada, fecha de cosecha, % de humedad del grano al momento de la cosecha.

Establecimiento del momento y la norma de riego requerido para el cultivo en cada una de las fases de desarrollo del mismo a partir del balance de humedad

Para determinar el momento y dosis de riego se cuantificó la lluvia caída con el pluviómetro instalado en la propia finca.

Para determinar las necesidades hídricas de la planta (ETc) se aplica la ecuación del balance ajustada a las condiciones concretas del lugar y de la que se despeja la Evt como variable desconocida.

$$Wf = wi + Mh + Mn - Evt \quad (3)$$

Despejando de la ecuación anterior se tiene la Evapotranspiración real

$$Evt = wi + Mh + Mn - Wf \quad (4)$$

donde

Wf: reserva final;

Wi: reserva inicial;

Mh: ingreso por lluvias;

Mn: ingresos por riego;

ETc: evapotranspiración de cultivo.

El muestreo de la humedad se realizó por el método gravimétrico, tres veces a la semana a tres niveles de profundidad y en los cinco tramos con que consta la máquina de riego.

Estas muestras se pesaron con una balanza analítica para obtener el peso del suelo húmedo (psh) y se colocaron en la estufa a 105 °C durante 24 horas para extraer toda la humedad contenida en la misma.

Después de secadas las muestras y cuando ya tengan una temperatura igual a la ambiental se pesaron para obtener el

peso del suelo seco (pss). Los datos obtenidos se registraron en el modelo que se muestra en la **Tabla 1**.

El contenido de humedad presente en las muestras seleccionadas se determina por la **ecuación (5)** y se registrarán en el modelo que se muestra en la **Tabla 1**.

$$H_{\text{presente}} = \frac{Psh - Pss}{Pss} \cdot 100 \quad (5)$$

donde:

Psh: peso del suelo húmedo (g);

Pss: peso del suelo seco (g).

El valor de la humedad presente determinado en condiciones de campo se consideró como la humedad final de un periodo determinado y la inicial del otro que comienza. Al realizar cada medición se ubicó el valor la humedad obtenida entre los límites de la humedad óptima (capacidad de campo y Límite productivo) para determinar el momento y dosis de riego.

Agrotecnia del cultivo

La siembra se realizó el 5 de julio, un poco retrasada respecto a la prevista inicialmente por la presencia de lluvias.

El manejo agrotécnico con que se condujo el cultivo cumple con lo establecido en la ficha técnica de este híbrido, se garantizó el nivel de fertilización exigido, el control de arvenses, el aporque y el riego.

Se aplicó la fertilización mineral con la fórmula 9-13-17 a razón de 350 kg ha⁻¹ (por debajo de lo recomendado en la Ficha Técnica 2020, según **Becerra et al. (2023)**, que estipula una dosis de 600 kg ha⁻¹. El control de malezas se realizó de manera mecánica mediante el uso de un cultivador y dos labores de chapea. Las labores de manejo agronómico se efectuaron de igual manera para todas las unidades experimentales.

Se aplicaron dos fertilizaciones foliares con Byfolan a razón de 2 L ha⁻¹, con intervalo de una semana a partir del estado vegetativo V1 de las plantas. Se aplicó urea (200 kg ha⁻¹), cuando las plantas alcanzaron el estado vegetativo V6. No se utilizó ningún producto para el control de la palomilla del maíz al no observarse presencia de este insecto ni sus daños. La cosecha se realizó de forma manual, cuando las mazorcas tuvieron el 25% de humedad del grano. El secado se realizó al sol. El desgrane de las mazorcas se realizó de forma manual, con 13% de humedad del grano.

La cosecha se realizó el 31 de octubre, a los 120 días de la siembra y seis días menos que los indicados en la ficha técnica para este híbrido simple por el laboratorio de botánica del CIGB según **Téllez et al. (2021)**.

Rendimiento

Se realizó el muestreo para estimar rendimiento fresco del maíz al final de la campaña, mediante el peso en t ha⁻¹ en las áreas de muestreo y midiendo la humedad del grano. Se determinó la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Calidad del riego de la máquina de pivote central. Clasificación según Tarjuelo (2005)

Estado de funcionamiento:

CU < 79% MAL.

CU 80 - 85% REGULAR.

CU 86 - 89% BIEN.

CU > 90% EXCELENTE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del área de estudio

El suelo de la finca pertenece al grupo IIA Ferralítico Rojo lixiviado, según Hernández et al. (2015), apto para el cultivo del maíz, con condiciones óptimas, como lo muestra un análisis de laboratorio, cuyos resultados pueden observarse en la Tabla 1, el que presentó un alto contenido de materia orgánica, de fósforo y potasio, con un pH ligeramente alcalino.

Según Schindelbeck et al., (2008) un 5,4 % de MO en suelo se considera excelente, 2,3 % es bajo, mientras que suelos con menos de 1%, se clasifican con baja fertilidad (USDA, 2006), citados por León et al. (2023). En éste caso el suelo se encuentra abastecido de MO, pues los valores se encuentran entre 2,9% y 3,9%. El pH se encuentra entre los valores neutros, así como el fósforo y el potasio asimilable aptos para el suelo y el consumo nutricional del cultivo de maíz.

El contenido de fósforo encontrado en el suelo se considera alto y supera los mostrados por Becerra et al. (2023), en el estudio hecho en la propia Empresa Agropecuaria Horquita, con valores de 223 y 228 mg kg⁻¹ en las campañas 2020-2021 y 2021-2022, respectivamente.

Las propiedades hidrofísicas del suelo determinadas en el momento del estudio se muestran en la Tabla 2.

Sistema de riego

El sistema de riego empleado en la finca, cuyas principales características de trabajo se muestran en la Tabla 3, es una máquina de pivote central modelo western de cinco torres

La evaluación pluviométrica realizada a la máquina de riego (Tabla 4, Figura 3), permitió comprobar la calidad del riego, de acuerdo al valor del coeficiente de uniformidad (CU). Según Tarjuelo (2005), el CU 80 - 85% es considerado REGULAR, sin embargo, si se tiene en cuenta, las condiciones técnicas de explotación en Cuba en la mayoría de las MPC y la incidencia de los vientos, éste valor es considerado aceptable, para su funcionamiento, lo que garantiza la distribución de la lámina de agua aplicada en el riego a través de toda la máquina de forma aceptable.

Del clima

El comportamiento de las variables climáticas, según la serie histórica 1981-2010, cuyas medias históricas se muestran en la Tabla 5, permitió predecir que no habría una influencia negativa en el cultivo, pues las variables muestran valores que se corresponden con las exigencias ecológicas del mismo, para la etapa de siembra de verano.

Humedad inicial del suelo

En general la humedad del suelo después de la siembra se encontraba al límite superior del agua disponible en el suelo o capacidad de campo considerando que inmediatamente que concluyó la siembra se aplicó un riego para garantizar la germinación.

TABLA 1. Resultados de laboratorio al análisis de suelos

Parcelas	MO (%)	pH	P (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)
T 1	3,4	7,41	510	0,210
T 2	3,6	7,53	560	0,220
T 3	2,9	7,57	420	0,210
T 4	3,8	7,20	450	0,210
T 5	3,9	7,76	540	0,220
media	3,42	7,49	423,24	0,18
ES±	0,40	0,21	59,41	0,01
CV%	8,64	36,21	7,12	32,73

Fuente: Laboratorio de Ensayos Ambientales de Cienfuegos (CEAC)

TABLA 2. Propiedades hidrofísicas del suelo.

Clave/prof	Propiedades		
IIA	Límite superior del agua disponible en el suelo (LSADS) (% pss)	Límite inferior de agua disponible en el suelo (LIADS) (% pss)	Densidad aparente (g.cm ⁻³)
0-30	27,1	14,73	1,24

IIA: clave del suelo Ferralítico Rojo lixiviado

Fuente: Elaboración propia

TABLA 3. Características técnicas de la máquina de pivote central 2 de la finca “La Prosperidad”.

Parámetros	Descripción
Tipo de máquina de riego	De pivote central
Modelo	Western
Número de torres (u)	5
Radio de la máquina (m)	312,6
Área que riega (ha)	30,7
Velocidad máxima de la última torre (m.min ⁻¹)	3,26
Caudal que entrega (l s ⁻¹)	39,47
Tiempo mínimo para dar una vuelta (al 100%) (h)	306,99
Tiempo máximo para dar una vuelta (al 3%) (h)	9,21
Lámina mínima de riego (mm)	4,26
Lámina máxima de riego (mm)	142,08

Fuente: Elaboración propia con datos del catálogo de la máquina.

TABLA 4. Evaluación pluviométrica a la máquina de riego

Parámetros	Valor
Lámina media ponderada (mm)	18,765
Lámina media ponderada del 25% menos regado (mm)	14,715
Coefficiente de variación	17,5
Coefficiente de Uniformidad	85,1
Uniformidad de la distribución	78,4



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 3. Evaluación pluviométrica.

López & Gil (2011) consideran que la humedad óptima para el cultivo del maíz durante todo su ciclo debe estar del 75 al 80% de la capacidad de campo. Esto es lo ideal, sobre todo en la época de siembra de primavera, donde las lluvias pueden presentarse con sistematicidad y altos volúmenes y si la humedad es alta pueden aparecer encharcamientos que serían muy perjudiciales al cultivo principalmente en las primeras semanas posteriores a la siembra.

Comportamiento de las precipitaciones en el periodo de estudio

Las precipitaciones alcanzaron valores altos considerando que el mismo se encuentra dentro del periodo de la primavera (Tabla 6). Los meses de septiembre y agosto registraron los mayores volúmenes con valores de 226,2 y 117,3 mm respectivamente. De la lluvia total caída el 65,4% se consideró efectiva, la cual se encuentra en un rango similar al porciento de la lluvia efectiva histórica del periodo la cual es de 68.18%.

Los valores reportados son inferiores a los medios históricos, como muestra la Tabla 6. Si bien el comportamiento histórico de las precipitaciones es importante a la hora de establecer un régimen de riego de proyecto, muy importantes es lo que ocurre en el propio año en que se desarrolla el cultivo, lo que permite atender así a las verdaderas necesidades hídricas que las lluvias no suplen.

Momento y dosis de riego

El seguimiento sistemático al contenido de humedad del suelo mediante la gravimetría y considerando las lluvias caídas y aprovechadas, así como las láminas de riego aplicadas, permitió conocer el valor de la evapotranspiración a través de la ecuación del balance. Considerando la época del año en el que se desarrolló el estudio donde las temperaturas son las más altas del año y el viento también tiene dvc2rft5 sus mayores valores la evapotranspiración del cultivo muestra valores elevados como se refleja en la Figura 4, el consumo total de agua por la planta fue de 528 mm, su comportamiento decenal y mensual se presenta en la Figura 4 donde puede observarse hay una tendencia al incremento del consumo de agua por la planta en los tres primeros meses y luego desciende en la etapa de senescencia del cultivo, en lo que influyó el clima y la fase de desarrollo de la planta.

TABLA 5. Medias históricas de las variables climáticas para la época de primavera

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Promedio periodo
Temperatura Máxima (°C)	33,4	33,4	32,6	31,3	32,7
Temperatura Mínima (°C)	22,4	22,5	22,3	21,3	22,1
Humedad relativa %	79,4	80,9	83,2	83	81,6
Velocidad del viento (m.s ⁻¹)	5,85	5,52	4,7	7,79	5,9
Insolación (h)	7,9	7,2	6,2	6,7	7

Fuente: Centro meteorológico provincial

TABLA 6. Comportamiento de las lluvias durante el ciclo del cultivo del maíz

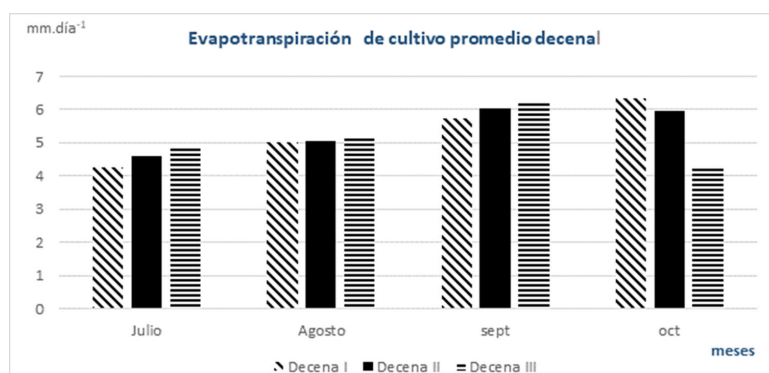
Decenas/ meses	Precipitaciones									
	Decena 1		Decena 2		Decena 3		Total		Media histórica	
	caída	efectiva	caída	efectiva	caída	efectiva	caída	efectiva	caída	efectiva
Julio	10,9	10,3	5,1	5	48,5	37,2	64,5	52,5	202,82	137
Agosto	60,5	42,9	26,2	22,9	30,6	26,1	117,3	91,9	204,51	137,6
Septiembre	63,3	44,1	15,9	14,7	147	56,4	226,2	115,2	217	141,7
Octubre	9,4	9	56,5	41,2	0	0	65,9	50,2	162,6	120,3
Total	144,1	106,3	103,7	83,8	226,1	119,7	473,9	309,8 (65,4 %)	786,9	536,5 (68,1 8 %)

Fuente: Pluviómetro instalado en la finca y procesamiento de datos con el programa CROPWAT 8.

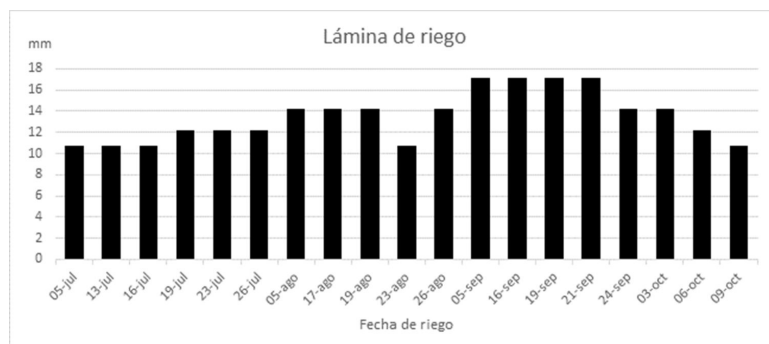
Con la información del suelo, el cultivo y la técnica de riego se comenzó la implementación del régimen de riego de explotación, que incluyó el aprovechamiento máximo posible de las lluvias caídas.

Del consumo total de agua del cultivo, mostrado en la [Figura 4](#), que alcanzó los 528 mm, el 48,5 % (255,9 mm) fue cubierto con el riego como suplemento de las lluvias aprovechadas, para lo que se requirió de la aplicación de 19 riegos durante todo el ciclo del cultivo como se muestra en la [Figura 5](#). El índice de aprovechamiento de las lluvias que se reporta es superior al notificado por [Gallardo et al. \(2018\)](#) en la provincia de Ciego de Ávila en un estudio de los impactos provocados por la sequía agrícola en los cultivos de maíz y frijol en áreas agrícolas del municipio Venezuela.

Las necesidades hídricas obtenidas en este estudio guardan relación con las normas netas del maíz reportadas por [Duarte \(2015\)](#) para el periodo del 2016 y 2099, las cuales oscilan entre 510,8 y 550,4 mm, con un promedio de 532,4 mm, y superior a la norma recomendada actualmente de 480 mm, según Resolución 17/2020 del INRH, lo cual evidencia que esta última no será capaz de satisfacer al cultivo toda el agua necesaria para su desarrollo óptimo, teniendo en cuenta que las necesidades hídricas han ido en aumento a partir del aumento de las variables climáticas, por lo que se requiere la actualización de la norma de riego del cultivo en la propia resolución para la zona de estudio en Matanzas.



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 4. Comportamiento de la evapotranspiración del cultivo.

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 5. Calendario de riegos aplicados al cultivo

El intervalo entre dos riegos sucesivo no tuvo un valor fijo atendiendo a que se determinaba el momento de riego según la dinámica de la humedad del suelo y considerando que se debe regar cuando el contenido de agua se aproxima al límite productivo (85% de la CC o LSADS). El intervalo varió desde 3 hasta 12 días. Las láminas de riego aplicadas, como muestra la **Figura 5**, fueron de 10,7 y 14,2 mm que se corresponden con las regulaciones del 40 y el 30%, respectivamente, de la velocidad máxima de la máquina. Las dosis mayores se correspondieron con la etapa de máximo crecimiento y desarrollo reproductivo del cultivo, lo que coincide con los criterios de **Sáez et al. (2024)** en un estudio de sensibilidad del cultivo a diferentes períodos de déficit hídrico controlado.

Rendimiento del maíz

El rendimiento medio estimado en el periodo estudiado mostró valores que superan la media nacional que se obtiene en Cuba, la que viene mostrando un comportamiento decreciente desde el 2017 hasta alcanzar 1,76 t ha⁻¹ en el año 2022 según cifras de la Oficina Nacional de Estadísticas e Informática, (**ONEI-Cuba, 2023**). En el estudio desarrollado se obtuvo un rendimiento de 10,3 t ha⁻¹ con una desviación estándar de 0,5 y un coeficiente de variación de 4,86%, como muestra la **Tabla 7**, con el valor más bajo en la parcela 5 que se encuentra en el extremo de la máquina de riego y que es el único que se mostró por debajo de las 10 t ha⁻¹.

TABLA 7. Rendimiento del maíz a nivel de parcelas en la campaña de siembra de primavera

Parcelas	Rendimiento (t ha ⁻¹)
1	10,4
2	10,3
3	10,2
4	11.,1
5	9,7
Media	10,34
ES±	0,502
CV (%)	4,86

Fuente: Elaboración propia.

Téllez et al. (2021) afirman que la variedad H-Ame 15 puede alcanzar rendimientos de 12 t ha⁻¹ e incluso superiores, por lo que el presente estudio no llegó a ese potencial a pesar del manejo realizado y sobre todo del riego que garantizó la humedad óptima en todo el ciclo del cultivo.

Otros estudios realizados en Cuba como el de **Blanco et al. (2022)** que, al evaluar el efecto de diferentes bioproductos, incluyendo del quitomax, en el rendimiento del maíz alcanzaron rendimientos de 12 t ha⁻¹ en uno de los seis tratamientos evaluados, lo cual abre una perspectiva para incorporar esta variable en nuevos estudios del régimen de riego del maíz en la Empresa Agropecuaria Horquita.

CONCLUSIONES

- En el régimen de riego del cultivo de maíz en la siembra de primavera, se aplicaron 19 riegos con un intervalo entre 3 y 12 días, aprovechando el 65,4% de las lluvias efectivas del período, con una norma promedio total de 532,4 mm.
- La variedad de maíz H-Ame 1 encontró condiciones idóneas de suelo, clima y riego para expresar su máximo rendimiento de 10,34 t ha⁻¹ con una desviación estándar de 0,5 y un coeficiente de variación de 4,86% en la finca “La Prosperidad” de la Empresa Agropecuaria Horquita.
- El manejo del riego permitió incrementar el aprovechamiento de las lluvias y reducir el número de riegos y el volumen de agua aplicado al cubrir por esta vía el 48,5 % de los 528 mm de agua que evapotranspiró el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerra, F. E. J., García, Q. E., García, V. J., & Pérez, A. R. (2023). Producción de maíz (*Zea mays L*) H-Ame 15 en la Empresa Agropecuaria de Horquita, Abreu-Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 15(S2), 59-69.
- Blanco, V. Y., Cartaya, R. O. E., & Espina, N. M. (2022). Efecto de diferentes formas de aplicación del Quitomax® en el crecimiento del maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 47246-47246, ISSN: 2215-3608.
- Chen, Y., Marek, G. W., Marek, T. H., Gowda, P. H., Xue, Q., Moorhead, J. E., Brauer, D. K., Srinivasan, R., & Heflin, K. R. (2019). Multisite evaluation of an improved SWAT irrigation scheduling algorithm for corn (*Zea mays L.*) production in the US Southern Great Plains. *Environmental modelling & software*, 118, 23-34, ISSN: 1364-8152, Publisher: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/>
- Cid, G., López, T., González, F., Herrera, J., & Ruiz, M. E. (2012). Características físicas que definen el comportamiento hidráulico de algunos suelos de Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*, 2(2), 25-31.
- Cisneros, R. (2003). *Apuntes de la materia de Riego y Drenaje* (p. 164). Universidad Autónoma De San Luis Potosí Centro de Investigación y Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, San Luis, Potosí, Bolivia.
- Duarte, D. C. (2015). Nuevas normas netas de riego para los cultivos agrícolas en Cuba. *Ingeniería Agrícola*, 5(4), 46-51, 2227-8761.
- Gallardo, B. Y., Brown, M. O., & Álvarez, T. M. (2018). Análisis de los impactos provocados por la sequía agrícola en los cultivos de maíz y frijol en áreas agrícolas del municipio Venezuela, Ciego de Ávila, Cuba. *Sociedade & Natureza*, 30(2), 96-115, ISSN: 1982-4513, Publisher: SciELO Brasil. <http://dx.doi.org/10.14393>
- Hernández, J., Pérez, J., Bosch, I., & Castro, S. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba 2015. *Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA*, 93.

- León, V. Y. J., Ojeda, Q. L. J., Martínez, A. A., & Bernal, C. Y. (2023). Propiedades físicas y componentes de la fertilidad del suelo en la Finca Maripa, Cumanayagua, Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 141-149, ISSN: 2415-2862.
- López, R., & Gil, V. (2011). *Generalidades del Cultivo del Maíz*. Editorial Feijoo, Santa Clara, Villa Clara, Cuba: <http://feijoo.cdinet.uclv.edu.cu/wpcontent/uploads/2018/05/Generalidades-del-cultivo-del-Ma%C3%ADz-Ram%C3%B3n-L%C3%B3pez-Fleites.pdf>
- ONEI-Cuba. (2023). *Anuario Estadístico de Cuba 2022*. [Anuario estadístico]. Oficina Nacional de Estadísticas e Informática, La Habana, Cuba. <http://www.onei.cu/aed22/>
- Rosegrant, M. W., Msangi, S., Ringler, C., Sulser, T. B., Zhu, T., & Cline, S. A. (2008). *International model for policy analysis of agricultural commodities and trade (IMPACT): Model description*. International Food Policy Research Institute Washington, DC. <http://bit.ly/2rDE9EF>
- Sáez, C. A., Morales, G. D., Gordon, M. R., Jaén, V. J., Franco, B. J., & Ramos, M. F. (2024). Sensibilidad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a diferentes periodos de déficit hídrico controlado. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1), ISSN: 1659-1321, Publisher: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.
- Schindelbeck, R. R., van Es, H. M., Salgado, G. S., Wolfe, D., Whitlow, T. L., Gugino, B. K., Idowu, O. J., & Moebius, C. B. N. (2008). Comprehensive assessment of soil quality for landscape and urban management. *Landscape and Urban Planning*, 88(2-4), 73-80, ISSN: 0169-2046, Publisher: Elsevier.
- Sifuentes, I. E., Ojeda, B. W., Macías, C. J., Mendoza, P. C., & Preciado, R. P. (2021). Déficit hídrico en maíz al considerar fenología, efecto en rendimiento y eficiencia en el uso del agua. *Agrociencia*, 55(3), 209-226, ISSN: 1405-3195.
- Tarjuelo, M. B. J. M. (2005). *El riego por aspersión y su tecnología*, Editorial Mundi-Prensa. Tercera edición, Madrid, España.
- Téllez, R. P., Morán, B. I., Riverón, H. A., Espinoza, D. D., Hernández, H. D., Martínez, R. A., Ayra, P. C., & Isidró, P. M. (2021). H-Ame15: Nuevo híbrido simple de maíz transgénico, resistente a la palomilla y tolerante a herbicidas. *Cultivos Tropicales*, 42(4), 1-3, ISSN: 1819-4087, Publisher: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Zamora, S. S., Ruiz, E. F. H., Beltrán-Morales, M. F. A., Fenech, L. L., Murillo, A. B., & Troyo, D. E. (2011). Régimen hídrico del maíz en una zona árida, determinado en porcentajes de evaporación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(2), 181-186, ISSN: 1870-0462, Publisher: Universidad Autónoma de Yucatán.

Reinaldo Pérez-Armas, MSc., Profesor Auxiliar, Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cienfuegos, Cuba.

Carmen E. Duarte-Díaz, Inv. Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera de Fontanar, km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléf.: (53) (7) 645-1731; 645-1353a, e-mail: carmen.duarte@iagric.minag.gob.cu

Dael Jiménez Solís, Empresa Agropecuaria de Horquita. Asentamiento Horquita, Abreu, Cienfuegos e-mail: rey66130perez@gmail.com

Lissett Ponce-Rancel, Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cienfuegos, Cuba, e-mail: rey66130perez@gmail.com

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.