

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.33789/talentos.10.2.191>

Producción de materia verde de maíz híbrido INIAP H-551 en dos edades de cosecha

Production of green matter of INIAP H-551 hybrid corn at two harvest ages.



Dayana Aracely Espinoza Zambrano

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador

dayaespinozam13@gmail.com

Germán Alexander Jácome López

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador

Ítalo Fernando Espinoza Guerra

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador

Emma Danielly Torres Navarrete

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador

Resumen: Satisfacer las demandas alimenticias de especies animales, tanto menores como mayores, se convierte en un desafío durante periodos de escasez, dada la limitación de espacio disponible para la siembra y los recursos a disposición de los productores. El propósito de esta investigación fue determinar la producción de biomasa forrajera en el maíz híbrido INIAP H-551 durante la temporada seca. Se examinó el maíz híbrido INIAP H-551, utilizando diferentes cantidades de semillas por metro cuadrado (300 g, 400 g y 500 g), con cosechas a los 15 y 21 días. Se implementó un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial; el estudio comprendió dos fases, la primera llevada a cabo en la Finca Machete y Garabato, y la segunda en el laboratorio de bromatología y rumiología de la UTEQ. La mayor altura, alcanzada con 300 g/m² * 15 días, fue de 68,05 cm. Aunque la producción de biomasa en materia verde no mostró diferencias estadísticas, la cosecha con 500 g/m² * 15 días registró 43,470.00 kg/ha. En cuanto a la producción de biomasa seca, la máxima eficiencia se logró con 300 g/m² * 21 días, obteniendo un rendimiento de 4,358.13 kg/ha. A los 21 días, se observaron el menor porcentaje de humedad (88.72%) y materia inorgánica (18.88%). Por otro lado, los mayores porcentajes de materia seca y materia orgánica fueron del 11.28% y 81.12%, respectivamente, a los 21 días. La mayor concentración de proteína bruta, con un 16.93%, se obtuvo a los 15 días. La fibra bruta y la energía bruta no presentaron diferencias estadísticas en ninguna de las condiciones evaluadas

Palabras clave: biomasa, forraje, gramínea, producción intensiva.

Abstract: Meeting the nutritional demands of both minor and major animal species becomes a challenge during periods of scarcity, given the limited available space for cultivation and the resources at the disposal of producers. The aim of this research was to determine forage biomass production in the INIAP H-551 hybrid maize during the dry season. The INIAP H-551 hybrid maize was examined using varying seed quantities per square meter (300 g, 400 g, and 500 g), with harvests at 15 and 21 days. A Randomized Complete Block Design with a factorial arrangement was implemented. The study comprised two phases, the first conducted at Finca Machete and Garabato, and the second at the bromatology and rumiology laboratory of UTEQ. The greatest height, achieved with 300 g/m² * 15 days, was 68.05 cm. Although biomass production in green matter showed no statistical differences, the harvest with 500 g/m² * 15 days recorded 43,470.00 kg/ha. Regarding dry biomass production, maximum efficiency was achieved with 300 g/m² * 21 days, yielding 4,358.13 kg/ha. At 21 days, the lowest percentages of moisture (88.72%) and inorganic matter (18.88%) were observed. Conversely, the highest percentages of dry matter and organic matter were 11.28% and 81.12%, respectively, at 21 days. The highest crude protein concentration, at 16.93%, was obtained at 15 days. Crude fiber and gross energy showed no statistical differences under any of the evaluated conditions

Keywords: biomass, forage, grass, intensive production

Citación sugerida: Espinoza Zambrano, D., Jácome López, G., Espinoza Guerra, Ítalo, & Torres Navarrete, E. (2023). Producción de materia verde de maíz híbrido INIAP H-551 en dos edades de cosecha. *Revista de Investigación Talentos*, 10(1), 67-79. <https://doi.org/10.33789/talentos.10.2.191>

I. Introducción

Ecuador cuenta con una población aproximada de 4,5 millones de bovinos, distribuidos en todo el territorio nacional, el 51% en la región interandina, 37% en el litoral o costa y el 12% en la Amazonía, para la producción de leche y carne. Esta población ganadera (Cañadas, Molina, Rade, & Fernández, 2016) se encuentra asentada en una superficie de 3,35 millones de hectáreas de pastos cultivados y 1,12 millones de hectáreas de pastos naturales.

El cultivo del maíz forrajero es frecuente para la alimentación del ganado. Durante las estaciones lluviosas, se realiza el ensilado y almacenamiento para períodos de sequía, cuando la disponibilidad de alimento es limitada. Se emplea como forraje fresco para el ganado, con una densidad de siembra de semillas que oscila entre 30 y 35 kg/ha. Debido al significativo contenido energético proporcionado por el almidón en los granos, el maíz forrajero se destaca como una excelente fuente de alimentación para rumiantes de alta producción, siendo considerado un forraje palatable (Inzunza S., 2010).

El desarrollo de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento temprano de plántulas de maíz, provenientes de semillas con una alta tasa de germinación; es utilizada en la producción de forraje (Treviza & Challapa, 2020) para la alimentación de animales. Las principales gramíneas destinadas para forrajes (Valerio, 2017) son: Tanzania (*Panicum maximun cv, Tanzania*), Sinaí (*Brachiaria brizantha*), Sorgo (*Sorghumvulgare*), Maíz (*Zea mays L.*), entre otras. La alimentación

del ganado durante la época seca, genera un problema a los pequeños productores, debido a factores como: espacio, disponibilidad de agua y alternativas diferentes que favorezca la producción de alimento durante el tiempo de menores precipitaciones.

La búsqueda de nuevas tecnologías que permitan producir forraje y satisfacer las necesidades alimenticias de los rumiantes son necesarias. Frente al escenario antes expuesto, la presente investigación propuso adoptar el principio tecnológico de producción de forraje hidropónico, sustituyendo el uso de soluciones nutritivas líquidas por el uso del suelo como sustrato, para obtener biomasa de maíz (INIAP H-551) en crecimiento temprano durante la época seca: Esta investigación propuso determinar la producción de biomasa forrajera del maíz híbrido INIAP H-551 durante la época seca.

II. Materiales y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en dos fases, la primera fase se desarrolló en campo, localizada en el recinto Maculillo, del cantón Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador. La segunda fase se ejecutó en el laboratorio de bromatología y rumiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, donde se determinaron los análisis del valor nutricional del forraje. La semilla INIAP H-551 se obtuvo de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

Se aplicó un diseño de bloques completos al

azar con arreglo factorial de 3 x 2, constituido en cuatro repeticiones. Todas las variables de rendimiento y valor nutricional fueron sometidas al Análisis de la varianza, para establecer la significancia estadística y a la prueba de Tukey ($p < 0.05$), para la comparación de medias. Las variables agronómicas (altura de planta y presencia y/o ausencia de daños por plaga) fueron promediados para observar el comportamiento de las plantas en función de las edades de cosecha.

Germinación de semillas

Se realizó la prueba de germinación utilizando cien semillas de maíz INIAP H-551, sobre papel absorbente en cámara húmeda por un lapso de cinco días. Posteriormente, el porcentaje de germinación se aplicó mediante la siguiente fórmula:

$$\%g \frac{nsg}{nse} * 100$$

Donde:

%g: porcentaje de Germinación.

Nsg: número de semillas germinadas.

Nse: número de semillas evaluadas.

Preparación del terreno y distribución de unidades experimentales

Se delimitó una superficie de 323 m², para el encuadre del terreno se utilizó la metodología 3 - 4 - 5 de Pitágoras (Gurrola & Jáuregui, 2008). Se estableció un área de 4 m² por unidad experimental con separación de 1 m entre parcelas.

Siembra

Se utilizó el sistema de siembra al voleo; esparciendo la semilla uniformemente en cada unidad experimental. Cuatro días después de la emergencia de las plantas se aplicó biol en dosis de 2 L, 25 cc de melaza y 20 L de agua en una bomba de mochila con capacidad de 20 L cada cinco días para estimular el crecimiento.

El riego se aplicó de forma manual con intervalos de cinco días durante dos horas. El deshierbe se realizó de forma manual para evitar la competencia por espacio, luz, agua y nutrientes. La cosecha del forraje se realizó a los 15 y 21 días después de los cuatro días de haber emergido la planta, para ello se extrajo las plantas incluyendo las raíces.

Las variables se evaluaron utilizando el método del cuadrante, el cual consistió en elaborar un cuadro de alambre de 1 m² (Cabezas, Benítez, Odio, Proaño, & Maldonado, 2019). Se midieron 20 plantas al azar desde el nivel del suelo hasta el ápice. Los resultados fueron promediados y expresados en centímetros.

Para la obtención de biomasa en materia verde se procedió a pesar todo el material vegetativo (follaje, raíces), utilizando una balanza digital (Elizondo & Boschini, 2002). Los resultados se expresaron en kg/ha.

De cada tratamiento se utilizó 400 g de muestra; que fueron segmentados en trozos de 2 cm para una adecuada manipulación, en una funda de papel se pesó 250 gramos de muestra preparada, se llevó a la estufa a 65° C por 48 horas, se procedió a pesar y moler las muestras secas con ayuda de un molino pulverizador para la continuidad de los análisis bromatológicos.

El rendimiento de biomasa en materia seca se calculó en base a la siguiente fórmula. Los resultados son expresados en kg/ha.

$$Rbs = Vms \times Vmv.$$

Donde:

Rbs = rendimiento de biomasa seca.

Vms = valor de materia seca.

Vmv = valor de materia verde.

III. Resultados y Discusión

Altura de las Plantas

En función a las cantidades de semillas se obtuvo la mayor altura al utilizar 300 g/m² de semilla, con una altura de 77,35 cm, en las edades de cosecha se alcanzó la mayor altura a los 20 días de cosecha con 85,04 cm, mientras que, a los 15 días las plantas alcanzaron un promedio de 64,62 cm. La interacción de las cantidades de semillas y las edades de cosecha que representan cada tratamiento, no obtuvieron significancia estadística ($p > 0.05$). Sin embargo, los 300 g/m²*15 días a la cosecha fue diferente, obteniendo la mayor altura con 68,05 cm, mientras que, hasta los 20 días obtuvieron la misma tendencia entre tratamientos (Tabla I).

Estos resultados se deben a la competencia de las plantas por espacio, agua y luz, factores que incidieron para que la germinación de la semilla sea precoz y exista un aumento en la elongación de las plantas (Herrera, 2021).

Biomasa en Base a Materia Verde

Las cantidades de semillas (300 g/m², 400 g/m² y 500 g/m²) las edades de cosecha (15 y 21 días) y la interacción de las cantidades de semillas y las edades no obtuvieron significancia estadística ($p > 0,05$) (Tabla II). Empero, la relación en kilogramos de semilla a forraje en base a materia verde oscila en 1:12, todo depende del manejo del cultivo y la calidad de semilla (vigor, porcentaje de germinación, semilla certificada, caracterización) (Moreno, 2018). Estos resultados no guardan relación a los mencionados por otros autores (Vargas-Rodríguez, 2008), al comparar la producción de FVH de maíz, sorgo y arroz, utilizando 4 kg de semillas en bandejas de siembra de 720 cm² se obtuvo una producción de 172000 kg/ha de biomasa verde; debido a la cantidad de semillas utilizadas.

Los rendimientos de biomasa en base a materia verde alcanzados en la presente investigación difieren de los resultados de los autores antes mencionados debido a los siguientes factores: menor cantidad de semillas sembradas por m², pérdida parcial del sistema radicular en el suelo al momento de la cosecha, cero aplicaciones de soluciones nutritivas a las plantas y limitado riego al día. Mientras que en la producción de forraje verde hidropónico obtienen mayor biomasa en materia verde porque en la cosecha no existe pérdida de material vegetal debido al aprovechamiento de la materia radicular y foliar utilizando cantidades mayores de semillas por m².

Tabla I

Altura de la planta de maíz híbrido INIAP H-551 en tres cantidades de semillas, dos edades de cosecha y la interacción de cantidades de semillas por edades de cosecha

Altura de la planta de maíz					
Semillas (g/m ²)	Altura (cm)		p-valor	E.E	C.V
300	77,35	a			
400	74,01	b	0,0001	0,74	12,43
500	73,13	b			
Edades de cosecha (días)	Altura (cm)		p-valor	E.E	C.V
15	64,62	b	<0,0001	0,6	12,43
20	85,04	a			
Semillas*Edad de cosecha	Altura (cm)		p-valor	E.E	C.V
300*15	68,05	a			
400*15	62,83	b			
500*15	62,98	b	0,2	1,04	12,43
300*20	86,66	a			
400*20	85,19	a			
500*20	83,28	a			

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla II

Biomasa en base a materia verde (kg/ha) del maíz híbrido INIAP H-551 en tres cantidades de semillas, dos edades de cosecha y la interacción de cantidades de semillas por edades de cosecha.

Biomasa en base a materia verde					
Cantidad de semillas (g/m ²)	Biomasa en base a materia verde (kg/ha)		p-valor	E.E	C.V
300	40391,25	a			
400	38738,75	a	0,5471	1855,27	13,5
500	37458,75	a			
Edades de cosecha (días)	Biomasa en base a materia verde (kg/ha)		p-valor	E.E	C.V
15	41034,17	a			
21	36691,67	a	0,0608	1514,82	13,5
Semillas*edad de cosecha	Biomasa en base a materia verde (kg/ha)		p-valor	E.E	C.V

300*15	40690	a			
400*15	38942,5	a			
500*15	43470	a			
300*21	40092,5	a	0,07	2623,75	13,5
400*21	38535	a			
500*21	31447,5	a			

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Biomasa en Base a Materia Seca

Las cantidades de semillas (300 g/m², 400 g/m² y 500 g/m²), no obtuvieron significancia estadística, mientras que, las edades de cosecha (15 y 21 días) alcanzaron significancia estadística obteniendo mayor biomasa en base a materia seca a los 21 días de cosecha con una media de 4094,30 kg/ha y la menor producción con 3041,90 kg/ha a los 15 días de cosecha, valores que guardan similitud a los alcanzados por otra investigación, al evaluar diferentes variedades de pastos *Penisetum purpureum* obteniendo 5672 kg/ha de biomasa en materia seca cosechado a los 70 días (Araya & Boschini, 2005).

En la combinación de las tres cantidades de semillas y las dos edades de cosecha, no se obtuvo significancia estadística. Sin embargo, existió una diferencia alcanzando la mayor biomasa seca con la combinación de 300 g/m² a los 21 días de cosecha con 4358,13 kg/ha (Tabla III), estos valores difieren en un estudio cuando cosechando a los 37 días obtuvieron 132,86 kg/ha de biomasa en materia seca (Amador & Boschini, 2000) y guarda similitud a lo reportado por Olivera y López (Olivera & Lopez, 1999), quienes obtuvieron a los 28 días 4800 kg/ha de biomasa en materia seca. Esto se debe, al mayor tiempo de corte y a la acumulación de

nutrientes en las hojas y tallos antes del inicio de la floración.

Valor Nutricional

Las cantidades de semillas, no alcanzaron significancia estadística. Por otro lado, se observa que, en función a las edades de cosecha (15 y 21 días) existió significancia estadística a los 21 días de cosecha obteniendo el menor porcentaje de humedad con 88,72%, difiriendo de los obtenidos a los 15 días con 92,59% de humedad total. Mientras que, la interacción de las cantidades de semillas (g/m²) y las edades de cosecha (15 y 21 días) no obtuvieron significancia estadística (Tabla 4). Estos resultados difieren a lo que reporta Bernabé (57), al evaluar la producción del pasto Mombaza cosechando a los 40 días obtuvieron 78,8% H, los resultados encontrados difieren a los de otros autores debido a las cortas edades de cosecha, que se tradujeron en porcentajes altos de humedad.

Las edades de cosecha alcanzaron significancia estadística obteniendo a los 21 días de cosecha la mayor cantidad de materia seca con 11,28%, difiriendo estadísticamente de los obtenidos a los 15 días con un porcentaje de 7,41. Mientras que, la interacción de las cantidades de semillas (g/m²) y las edades de cosecha (15 y 21 días) no obtuvieron

significancia estadística (Tabla IV). Mientras, otra investigación Elizondo y Boschini (Elizondo & Boschini, 2002), al cosechar a los 105 días, obtuvieron 13, 82% de MS. En este estudio se obtuvo menor porcentaje de MS debido a las cortas edades de cosecha. Según Fassio *et al.* (Fassio, Carriquiry, Tojo, & Romero, 1998) en los estados iniciales de la planta existe poca acumulación de nutrientes y a partir de los 35 días hasta la etapa reproductiva se incrementa la mayor producción de materia seca.

Las edades de cosecha son estadísticamente significativas a los 21 días, alcanzando 18,88% de materia inorgánica, siendo diferentes a los obtenidos a los 15 días con 21,64%. Seguidamente la interacción de las cantidades de semillas (g/m^2) y las edades de cosecha no obtuvieron significancia estadística (Tabla IV). (Araya & Boschini, 2005), indican en sus resultados de la producción del pasto elefante enano un contenido de ceniza de 21,44% cosechado a los 120 días. El alto contenido de MI de la presente investigación es atribuido al uso del suelo y la forma de cosecha, esto ocasionó que las muestras transportaron residuos de suelo, esto incidió en el aumento de ceniza, situación que no sucede en la producción de FVH, porque usan como sustratos soluciones nutritivas líquidas y se siembra en bandejas sin hacer contacto con el suelo.

Las edades de cosecha *sí* alcanzaron significancia estadística siendo el mayor porcentaje a los 21 días de cosecha con 81,12% de materia orgánica, difiriendo estadísticamente de los determinados a los 15 días con 78,36%, seguidamente, la

interacción de las cantidades de semillas (g/m^2) y las edades de cosecha (15 y 21 días) no obtuvieron significancia estadística (Tabla 4), esto puede deberse a que las cantidades de semillas no tienen una relación directa con las edades de cosecha. Estos resultados guardan similitud a los reportados por Arana (Arana, 2018), que obtuvo 83,53% MO a los 70 días de cosecha.

Energía bruta (Kcal/kgMS)

Las cantidades de semillas, las edades de cosecha y la interacción de ambos factores no obtuvieron significancia estadística ($p>0,05$) (Tabla 4). Estos valores difieren a los reportados por Suárez (Suárez, 2015), obtuvo 2,51 Mcal/kgMS al utilizar 2,5 kg de semilla; a los 15 días de cosecha. Los valores encontrados en la investigación difieren de los autores mencionado anteriormente, debido al tiempo de cosecha, la cantidad de semilla y el espacio.

Proteína Bruta% (PB)

La proteína bruta% en función a las cantidades de semillas no alcanzó significancia estadística. Mientras que, las edades de cosecha *sí* presentaron significancia estadística obteniendo los valores más altos PB con 16,93% a los 15 días (Tabla IV). Valores similares a otros autores, Salas *et al.* (Salas-Pérez, y otros, 2010) obtuvo a los 12 días de cosecha 15,04% PB. Difiriendo a los obtenidos por Araya y Boschini (Araya & Boschini, 2005), en el pasto King grass con 12,43% de PB cosechándolo a los 70 días, El incremento y la reducción de la proteína bruta se debe al contenido celular (proteína, azúcares, minerales y vitaminas)

que es la parte soluble, este es más alto cuando el forraje está en crecimiento activo y descienden cuando las plantas cruzan la etapa reproductiva (Lyons, Manchen, & Forbes, 1999), por ello los valores encontrados en esta investigación son superiores a los obtenidos por otros autores.

Fibra bruta% (FB)

No se observó un efecto significativo entre las cantidades de semillas y las edades de cosecha (Tabla IV). Esto puede deberse a que

los forrajes tiernos contienen menos cantidad de fibra bruta y es altamente digerible en relación a una planta adulta (López, 2005).

Ordaz *et al.* (Ordaz, y otros, 2018) al analizar la fibra cruda de hojas, tallos y planta entera en el pasto King grass en diferentes tiempos de corte no obtuvieron significancia estadística, sin embargo, a los 90 días de corte se alcanzó 34,4% de FB .

Tabla III

Biomasa en base a materia seca del maíz híbrido INIAP H-551 en tres cantidades de semillas, dos edades de cosecha y la interacción de cantidades de semillas por edades de cosecha.

Biomasa en base a materia seca					
Cantidades de semillas (g/m ²)	Biomasa en base a materia seca (kg/ha)		p-valor	E.E	C.V
300	3618,85	a			
400	3571,45	a	0,9386	208,35	16,52
500	3513,9	a			
Edades de cosecha (días)	Biomasa en base a materia seca (kg/ha)		p-valor	E.E	C.V
15	3041,88	b			
21	4094,25	a	0,0005	170,12	16,52
Semillas*edad de cosecha	Biomasa en base a materia seca (kg/ha)		p-valor	E.E	C.V
300*15	2879,57	b			
400*15	2938,66	b			
500*15	3307,42	ab			
300*21	4358,13	a	0,19	294,66	16,52
400*21	4204,24	ab			
500*21	3720,39	ab			

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla IV

Valor nutricional del maíz híbrido INIAP H-551: Humedad, materia seca, materia inorgánica, materia orgánica, energía, proteína en tres cantidades de semillas, dos edades de cosecha y la interacción de ambos factores.

Valor nutricional del maíz híbrido					
Cantidades de semillas (g/m ²)	Humedad total (%)		p-valor	E.E	C.V
300	90,97	a			
400	90,75	a	0,429	0,39	1,21
500	90,25	a			
Edades de cosecha (días)	Humedad total (%)		p-valor	E.E	C.V
15	92,59	b			
21	88,72	a	<0,0001	0,32	1,21
Semillas * edad de cosecha	Humedad total (%)		p-valor	E.E	C.V
300*15	92,92	b			
400*15	92,46	b			
500*15	92,4	b			
300*21	89,02	a	0,73	0,55	1,21
400*21	89,04	a			
500*21	88,11	a			
Cantidades de semillas (g/m ²)	Materia seca (%)		p-valor	E.E	C.V
300	9,03	a			
400	9,25	a	0,429	0,39	11,69
500	9,75	a			
Edades de cosecha (días)	Materia seca (%)		p-valor	E.E	C.V
15	7,41	b			
21	11,28	a	<0,0001	0,32	11,69
Semillas * edad de cosecha	Materia seca (%)		p-valor	E.E	C.V
300*15	7,09	b			
400*15	7,54	b			
500*15	7,6	b			
300*21	10,98	a	0,73	0,55	11,69
400*21	10,97	a			
500*21	11,9	a			
Cantidades de semillas (g/m ²)	Materia Inorgánica (%)		p-valor	E.E	C.V
300	20,69	a			
400	19,75	a	0,4994	0,56	7,77
500	20,35	a			

Edades de cosecha (días)	Materia Inorgánica (%)		p-valor	E.E	C.V
15	21,64	b	0,0006	0,45	7,77
21	18,88	a			
Semillas * edad de cosecha	Materia Inorgánica (%)		p-valor	E.E	C.V
300*15	21,85	a	0,67	0,79	7,77
400*15	20,93	a			
500*15	22,14	a			
300*21	19,52	a			
400*21	18,57	a			
500*21	18,56	a			
Cantidades de semillas (g/m2)	Materia orgánica (%)				
300	79,32	a	0,4994	0,56	1,98
400	80,25	a			
500	79,65	a			
Edades de cosecha (días)	Materia orgánica (%)		p-valor	E.E	C.V
15	78,36	b	0,0006	0,45	1,98
21	81,12	a			
Semillas * edad de cosecha	Materia orgánica (%)		p-valor	E.E	C.V
300*15	78,15	a	0,67	0,79	1,98
400*15	79,07	a			
500*15	77,86	a			
300*21	80,48	a			
400*21	81,44	a			
500*21	81,44	a			
Cantidades de semillas (g/m2)	Proteína bruta (%)				
300	14,69	a	0,5889	1,05	19,15
400	15,85	a			
500	16,18	a			
Edades de cosecha (días)	Proteína bruta (%)		p-valor	E.E	C.V
15	16,93	a	0,0413	0,86	19,15
21	14,21	b			
Semillas * edad de cosecha	Proteína bruta (%)		p-valor	E.E	C.V
300*15	15,32	a	0,62	1,49	19,15
400*15	17,19	a			
500*15	18,29	a			
300*21	14,07	a			
400*21	14,51	a			
500*21	14,07	a			

IV. Conclusiones

Se pudo determinar que al utilizar 300 g/m² de semillas se obtiene una alta producción de biomasa forrajera hasta los 15 días de cosecha, siendo esta una alternativa sustentable, económica y eficiente para los pequeños y medianos productores en la alimentación continua de especies menores y mayores durante la época seca.

V. Referencias Bibliográficas

- Amador, R., & Boschini, C. (2000). Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. *Agronomía Mesoamericana*, 11(1), 171-177.
- Arana, D. (2018). *Degradabilidad ruminal in-situ del pasto King grass (Pennisetum purpureum) fertilizado con cuatro niveles de nitrógeno cosechado a los sesenta días*. Quevedo-Los Ríos-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Araya, M., & Boschini, C. (2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 37-43.
- Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, E., Casanoves, F., Di Rienzo, J., & Robledo, C. (2008). *InfoStat versión 2008. Manual del Usuario*. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Bernabé, I. (2015). *Alternativas tecnológicas para la producción de biomasa en el pasto mombaza (Panicum maximum cv.) en Manglaralto, Santa Elena*. La Libertad-Ecuador: Universidad Estatal de la Península de Santa Elena.
- Cabezas, J., Benítez, A., Odio, F., Proaño, R., & Maldonado, G. (2019). *Ganadería sostenible: guía de prácticas para el Noroccidente de Pichincha*. Proyecto EcoAndes, Programa Bosques Andinos, CONDESAN, Quito-Ecuador.
- Cañadas, A., Molina, C., Rade, D., & Fernández, F. (2016). Interacción época/densidad de siembra sobre la producción de ocho híbridos de maíz forrajeros, Ecuador. *Rev. MZV Córdoba*, 21(1), 5112-5123.
- Elizondo, J., & Boschini, C. (2002). Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. *Agronomía Mesoamericana*, 13(1), 13-17.
- Fassio, A., Carriquiry, A., Tojo, C., & Romero, R. (1998). *Maíz: Aspectos sobre fenología*. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA, Uruguay.
- Gurrola, F., & Jáuregui, R. (2008). Didáctica del teorema de Pitágoras. En R. Cantoral, F. Fasarelli, A. Garciadiego, R. Stein, & C. Tzanakis, *Proceedings of History and Pedagogy of Mathematics, The HPM Satellite*

- Meeting of IMCE II. Actas de Historia y Pedagogía de las Matemáticas, La HPM Reunión Mundial del ICME.* México: Centro cultural de México.
- Herrera, C. (2021). *Charla sobre la fenología del maíz y las generalidades del tiempo de cosecha.* Mocache- recinto Maculillo.
- Inzunza, S. (2010). Producción de maíz forrajero (*Zea mays* L.) bajo condiciones de fertilización orgánica y cero tratamientos de herbicidas y plaguicidas [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”] Repositorio Digital Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.
- Lagos, T., Torres, J., & Benavides, C. (2015). Comportamiento agronómico de poblaciones de maíz amarillo *Zea mays* L. en la región andina del departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(1), 12-23.
- López, L. (2005). *Producción de forraje verde hidropónico.* Saltillo-Coahuila: Centro de Investigación en Química Aplicada.
- Lyons, R., Manchen, R., & Forbes, T. (1999). ¿Por que cambia la calidad del forraje de los pastizales? *AgriLife Ext*, 1-8.
- Moreno, I. (2018). *Evaluación nutricional y económica de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays) empleando grano comercial.* Costa Rica: Universidad Nacional.
- Muñoz, X., Comboza, W., Lara, E., Mendoza, M., Mejia, N., Lopez, J., & Moran, N. (2017). Insecticidas biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* Smith, su incidencia en el rendimiento. *Centro Agrícola*, 44(3), 20-27.
- Olivera, O., & Lopez, R. (1999). *Evaluación de la Producción de Biomasa en base a materia verde y seca y proteína bruta del Pasto Panicum maximum, Jacq, cv. Colonial sometido a tres frecuencias de corte en la zona seca de Managua, Nicaragua.* Managua, Nicaragua : Universidad Nacional Agraria .
- Ordaz, R., Sosa, E., Mendoza, S., Améndola, R., Reyes, S., Ortega, E., Hernández, A. (2018). Composición química del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) a diferentes intervalos de corte. *Agroproductividad*, 11(5), 134-140.
- Salas-Pérez, L., Preciado-Rangel, P., Esparza-Rivera, J., Álvarez-Reyna, V., Palomo-Gil, A., Rodríguez-Dimas, N., & Márquez-Hernández, C. (2010). Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. *Tierra Latinoamericana*, 28(4), 355-360.
- Suárez, Y. (2015). *Efecto de soluciones nutritivas y tiempos de cosecha en el rendimiento y calidad nutricional del forraje verde hidropónica de maíz (Zea mays) en Santa Elena.* La Libertad-Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Treviza, J., & Challapa, G. (2020).

Comparación del rendimiento de forraje verde hidropónico con maíz lluteño y maíz comercial, utilizando cuatro calidades de agua. Arica, Chile. *IDESIA*, 38(3), 113-122.

Valerio, D. (2017). *Manejo y uso de pastos y forrajes en y forrajes en ganadería tropical*. España: Master en zootecnia y gestión sostenible universidad de córdoba.

Vargas-Rodríguez, C. (2008). Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía Mesoamericana*, 19(2), 233-240.

Recibido: 18 de agosto, 2023

Revisado: 17 de noviembre, 2023

Aceptado: 20 de diciembre, 2023