

EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y BROMATOLÓGICA DE GERMINADO DE MAÍZ HIDROPÓNICO PARA ALIMENTACIÓN COMPLEMENTARIA EN ANIMALES DE PRODUCCIÓN



**Evaluación
nutricional y bromatológica
de germinado
de maíz hidropónico
para alimentación
complementaria
en animales de producción**



Evaluación nutricional y bromatológica de germinado de maíz hidropónico para alimentación complementaria en animales de producción

AUTORES

Loqui Sánchez Aldo José
Magister en Riego y Drenaje;
Ingeniero Agrónomo

Casignia Coox Diego Armando
Médico Veterinario y Zootecnista

Alvarez Plaza Ricardo Mauricio
Médico Veterinario y Zootecnista

Ullauri Bastidas Jeniffer Ana
Medica Veterinaria y Zootecnista

Ortiz Cañarte Joice Elizabeth
Medica Veterinaria y Zootecnista

Pérez Paguay Juan Jesús
Médico Veterinario y Zootecnista

Constante Santos Tannya Cristina
Médico Veterinario y Zootecnista

Silva Huilcapi Carlos Jaime
Magister en Procesamiento y
Conservación de Alimentos; Diplomado
en Docencia Superior; Magister en
Gerencia Educativa; Especialista en
Gestión de Procesos Educativos; Doctor
en Química y Farmacia; Químico y
Farmacéutico

Gavilanez Luna Freddy Carlos
Magister en Riego y Drenaje; Doctor
en Ciencias Ambientales; Ingeniero
Agrónomo

Alvarado Alvarado Haydee Maria
Magister en Diseño Curricular;
Magister en Bioquímica Clínica;
Diploma Superior en Diseño Curricular
por Competencias; Doctora en Química
y Farmacia; Química y Farmacéutica

Zambrano Alarcon Marcelo Erik
Magister en Educación Agropecuaria
mención Desarrollo Sostenible;
Biólogo

Luna Estrella Zoila Bella
Magister en Bioquímica Clínica;
Diploma Superior en Docencia Univer-
sitaria; Doctora en Química y
Farmacia; Química Farmacéutica



Evaluación nutricional y bromatológica de germinado de maíz hidropónico para alimentación complementaria en animales de producción

REVISORES

Agustín Hugo Alvarez Plua

Magister en Agroecología y Agricultura Sostenible;
Ingeniero Agrónomo
Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí

Valverde Lucio Yhony Alfredo

Magister en Gestión de Proyectos Socio Productivos;
Ingeniero Agropecuario
Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí



DATOS DE CATALOGACIÓN

Loqui Sánchez Aldo José
Casignia Coox Diego Armando
Álvarez Plaza Ricardo Mauricio
Ullauri Bastidas Jeniffer Ana
Ortiz Cañarte Joice Elizabeth
Pérez Paguay Juan Jesús
Constante Santos Tannya Cristina
Silva Huilcapi Carlos Jaime
Gavilanez Luna Freddy Carlos

AUTORES: Alvarado Alvarado Haydee María
Zambrano Alarcón Marcelo Erik
Luna Estrella Zoila Bella

Título: Evaluación nutricional y bromatológica de germinado de maíz hidropónico para alimentación complementaria en animales de producción

Descriptor: Biotecnología; Nutrición Animal; Sanidad Animal; Fisiología Animal

Edición: 1^{era}

ISBN: 978-9942-787-54-5

Editorial: Mawil Publicaciones de Ecuador, 2019

Área: Educación Superior

Formato: 148 x 210 mm.

Páginas: 144

DOI: <http://dx.doi.org/10.26820/valuacion-nutricional-y-bromatologica>



Texto para Docentes y Estudiantes Universitarios

El proyecto didáctico *Evaluación nutricional y bromatológica de germinado de maíz hidropónico para alimentación complementaria en animales de producción*, es una obra colectiva creada por sus autores y publicada por MAWIL; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.

*Director General: MBA. Vanessa Pamela Qhispe Morocho Ing.

*Dirección Central MAWIL: Office 18 Center Avenue Caldwell; New Jersey # 07006

*Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador: Aymara Galanton.

*Editor de Arte y Diseño: Lic. Eduardo Flores

contenido

Evaluación nutricional y
bromatológica de germinado de maíz
hidropónico para alimentación
complementaria en animales de
producción



www.mawil.us

Contenido

<i>INTRODUCCIÓN</i>	21
<i>Hidroponía y forraje verde hidropónico</i>	21
<i>Antecedentes de Uso de Forraje Verde Hidropónico</i>	22
<i>Alternativas alimenticias en base a técnicas hidropónicas</i>	23
<i>Taxonomía del maíz</i>	25
<i>Producción de forraje verde hidropónico</i>	27
<i>Ventajas del Forraje Verde Hidropónico</i>	28
<i>Consumo del Agua</i>	29
<i>Menor Número de Horas de Trabajo</i>	29
<i>Digestibilidad y Palatabilidad</i>	29
<i>Áreas de Producción no Tradicionales</i>	29
<i>Reducción de Aplicaciones de Agroquímicos</i>	29
<i>Desarrollo de Raíces</i>	30
<i>Desventajas del Forraje Verde Hidropónico</i>	30
<i>Los híbridos</i>	31
<i>Ventajas de los híbridos</i>	31
<i>Desventajas de los híbridos</i>	31
<i>Autor</i>	31
CAPITULO II	33
<i>CULTIVO DE FORRAJE DE MAÍZ HIDROPÓNICO</i>	35
<i>Clima de la zona Daule</i>	35
<i>Materiales</i>	35
<i>Materiales de campo</i>	35
<i>Materiales para el sistema de riego</i>	35
<i>Materiales de siembra</i>	35
<i>Materiales de oficina</i>	36
<i>Instalaciones</i>	36
<i>Calidad del Agua de Riego</i>	37
<i>Sistema de micro - aspersión</i>	37
<i>Riego</i>	38
<i>Sistema de vaciado/drenaje</i>	39
<i>Temperatura</i>	39
<i>Temperatura del agua</i>	39
<i>La luz</i>	39

<i>Bodega de semilla</i>	40
<i>Proceso de producción</i>	40
<i>Capacidad de producción</i>	40
<i>Análisis bromatológico</i>	40
<i>Autor</i>	41
CAPITULO III	43
<i>METODOLOGÍA DEL TRABAJO FMH</i>	45
<i>Diseño estadístico</i>	45
<i>Selección de semillas</i>	46
<i>Característica del híbrido de maíz trueno nb7443</i>	46
<i>Características del híbrido de maíz Pioneer 30k73</i>	46
<i>Característica del maíz híbrido NS - 82</i>	47
<i>Características del maíz híbrido Pioneer 3862</i>	48
<i>Método de análisis bromatológico</i>	49
<i>Lavado y desinfección de las semillas</i>	49
<i>Siembra en las bandejas</i>	50
<i>Riego</i>	50
<i>Germinación</i>	51
<i>Fitosanidad del cultivo</i>	51
<i>Crecimiento</i>	53
<i>Cosecha</i>	54
<i>Densidad de siembra</i>	55
<i>Altura de planta</i>	55
<i>Numero de hojas</i>	56
<i>Temperatura</i>	56
<i>Número de repeticiones</i>	56
CAPITULO IV	57
RESULTADOS ESTADÍSTICOS	
DE LOS HÍBRIDOS	57
MAÍZ HIDROPÓNICO TRUENO NB 7443	59
<i>Análisis de Altura de planta</i>	59
<i>Análisis de peso de materia fresca (lb)</i>	60
<i>Análisis de los resultados bromatológicos</i>	62
<i>Autor</i>	62
MAÍZ HIDROPÓNICO NS-82	63
<i>Análisis de Altura de planta</i>	63
<i>Análisis de peso de materia fresca (lb)</i>	64

<i>Análisis de los resultados bromatológicos</i>	66
<i>Autor</i>	66
MAÍZ HIDROPÓNICO PIONNER 30K73	67
<i>Análisis de Altura de planta</i>	67
<i>Análisis de peso de materia fresca (lb)</i>	68
<i>Análisis de los resultados bromatológicos</i>	70
<i>Autor</i>	70
MAÍZ HIDROPÓNICO PIONNER P3862	71
<i>Análisis de peso de materia fresca (lb)</i>	71
<i>Análisis de Altura de planta</i>	71
<i>Análisis de los resultados bromatológicos</i>	74
<i>Autor</i>	74
CAPITULO V	75
EL POLLO CAMPERO	77
<i>Características de los pollos camperos</i>	78
<i>Diferencias del Pollo Campero</i> <i>vs Pollo Industrial</i>	78
<i>Alimentación</i>	79
<i>Requerimientos Nutricionales</i> <i>del Pollo Campero</i>	79
<i>Instalaciones</i>	80
<i>Control de temperatura</i>	81
<i>Enfermedades que afectan a las aves</i>	81
<i>Calendario de vacunación</i>	82
<i>Mortalidad</i>	82
<i>Indicadores bioproductivos</i>	83
<i>Conversión alimenticia</i>	83
<i>Propiedades organolépticas</i>	83
<i>Propiedades Organolépticas</i> <i>de la carne de pollo</i>	83
<i>Características Sensoriales</i>	84
<i>Clasificación y objetivos de la</i> <i>evaluación sensorial</i>	85
<i>Color</i>	86
<i>Sabor y olor</i>	87
<i>Apariencia</i>	87
<i>Calidad de la carne de pollo</i>	88
<i>Textura</i>	88
CAPITULO VI	89

<i>METODOLOGÍA DE ESTUDIO DEL</i>	
<i>POLLO CAMPERO</i>	91
<i>Diseño De La Investigación</i>	91
<i>Tipo De Investigación</i>	92
<i>Número de tratamientos</i>	92
<i>Materiales</i>	92
<i>Materiales de siembra</i>	92
<i>Materiales de estudio</i>	93
<i>Variables en estudio</i>	93
<i>Instalaciones para las aves</i>	94
<i>Características de los cubículos de estudio</i>	97
<i>Autor</i>	98
CAPITULO VII	99
<i>Resultados de estudio de los pollos camperos</i>	99
<i>Pesos iniciales de las aves en el experimento</i>	101
<i>Pesos de las aves en el experimento a partir</i> <i>de la complementación al 5% con Forraje</i> <i>de Maíz Hidropónico</i>	102
<i>Índice de conversión alimenticia</i>	105
<i>Rendimiento a la canal</i>	105
<i>Mortalidad</i>	106
<i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL</i>	
<i>DESARROLLO DE LAS AVES</i>	107
<i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE</i>	
<i>LAS CARACTERÍSTICAS</i>	
<i>SENSORIALES</i>	109
<i>Análisis univariado</i>	118
<i>Autor</i>	120
CAPITULO VII	121
<i>CONCLUSIONES</i>	123
<i>EQUIPO DE INVESTIGACIÓN</i>	124
<i>Bibliografía</i>	125

PRÓLOGO

Evaluación nutricional y
bromatológica de germinado de maíz
hidropónico para alimentación
complementaria en animales de
producción



www.mawil.us

El planeta está cada vez más necesitado de cambios, el deterioro ambiental, incluyendo el cambio climático está exigiendo cada vez más alternativas que no sigan afectando ni dañando la Tierra. Generar un sistema agropecuario sostenible que mejore o al menos sostenga los recursos naturales sin devaluarlos y que a su vez no disminuya la producción agrícola es un gran reto.

Por años se han buscado alternativas que económicamente le sean viables al agricultor o productor del campo y en de un tiempo para acá no sean causante de contaminación. En el siglo XIX unos investigadores en fisiología vegetal constataron que las plantas absorben los minerales esenciales por medio de iones inorgánicos disueltos en el agua. En condiciones naturales, el suelo actúa como reserva de nutrientes minerales; pero este en sí, no es esencial para que la planta crezca, cuando los nutrientes minerales de la tierra se disuelven en agua, las raíces de la planta son capaces de absorber estos nutrientes, al ser introducidos estos nutrientes minerales en el suministro de agua de la planta, ya no se requiere el suelo para que la planta prospere, a esto se le llama cultivo sin suelo, que consiste en un conjunto de técnicas recomendables cuando no hay suelos con aptitudes agrícolas disponibles y a su vez también se contribuye introduciéndose metodologías alternativas de producción de forraje con lo cual se produce un ahorro considerable de agua, altos rendimientos de los cultivos por metro cuadrado (m²) ocupado, calidad nutricional, flexibilidad en la transferencia y mínimos impactos negativos sobre el ambiente.

La hidroponía es la práctica de las plantas en crecimiento, utilizando solamente agua, nutrientes, y un medio de cultivo. El origen de la palabra Hidroponía proviene de las raíces “hidro”, que significa agua, y “ponos”, es decir, la mano de obra, este método de jardinería no utiliza el suelo y es una tecnología de cultivo ya existe desde hace muchísimos siglos.

Los ejemplos más antiguos de la historia de la hidroponía se remontan a los Jardines Colgantes de Babilonia y los Jardines Flotantes de China. Los seres humanos utilizan estas técnicas hace miles de años. Aunque la teoría general detrás de hidroponía sigue siendo el mismo.

El esquema esencial de aplicación de esta técnica consiste en: una fuente de agua que se impulsa por bombeo a través del sistema, recipientes con solu-

ciones madre –nutrientes concentrados, cabezales de riego y canales contru-
idos donde están los sustratos, las plantas, los conductos para aplicación del
fertirriego y el receptor del efluente.

En este muy interesante libro conseguiremos como esta técnica, de manera
práctica y teórica, con una investigación realizada con los más altos estándares
científicos y a su vez explicado de la manera más pedagógica, es aplicada para
la producción de forraje a partir de la semilla de maíz con la intención de ali-
mentar de una manera sana, con alto impacto en el engorde y en el rendimiento
de reproducción de pollos.

Los autores

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Autor

Ing. Agr. Aldo Loqui Sánchez MSc.



www.mawil.us

Hidroponía y forraje verde hidropónico

La hidroponía se define como el cultivo sin suelo, con el uso de soluciones nutritivas que abastecen los requerimientos nutricionales de las plantas (Resh, 2001). Con el forraje verde hidropónico (FVH), se puede alimentar a vacunos, caprinos, porcinos, equinos, avestruces, conejos, peces y otras especies (Bautista & Nava, 2002).

El forraje verde hidropónico se puede producir en cualquier época del año, planificando la cantidad que se desee obtener. Mediante la técnica de la hidroponía se consigue un forraje de alta calidad y una excelente palatabilidad, una de las grandes cualidades del FVH es que éste se convierte en una excelente fuente proteica y vitamínica, a la vez que es altamente digestible y libre de especies indeseables.

La producción de FVH, presenta grandes alternativas para la producción animal, debido al gran rendimiento de materia verde o seca durante todo el año, calidad y cantidad de proteína producida en pequeñas áreas, sin necesidad de suelo, maquinaria agrícola y pequeñas cantidades de agua (Agrored, 2003).

La producción de forraje verde hidropónico es la mejor alternativa dentro de un concepto nuevo de producción agrícola, ya que no se requiere de grandes extensiones de tierras ni de mucha agua. Tampoco se requiere de largos períodos de producción ni de métodos o formas para su conservación y almacenamiento (Rodríguez S. , 2000). El FVH efectuado a partir de semillas de maíz, cebada, trigo, entre otros, aporta en términos generales mayor energía, proteína y digestibilidad (FAO, 2001)

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) ofrece una serie de ventajas, como la producción forrajera durante todo el año, utilización de pequeñas áreas, aporte de alimento de buena calidad nutricional y una recuperación de la inversión rápida (González, Ceballos, & Benavides, 2007; Müller, y otros, 2005; FAO, 2001). Una de las plantas más utilizadas para este fin ha sido el maíz (*Zea mays* L.), debido a su disponibilidad, valor nutricional y los rendimientos altos; generando elevados y constantes volúmenes de FVH (Elizondo & Boschini, 2002),

y con más bajo costo y en cantidades atractivas de carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas (Espinosa, 2005).

El productor ganadero, avícola, agricultor, acuícola se encuentra en constante búsqueda de ingredientes alternativos para disminuir los costos de su explotación. Adicionalmente, algunos también buscan alimentos que puedan ser extraídos de sus mismas fincas o poder implementar sistemas de menores costos en la alimentación para esto la producción de forraje verde hidropónico es la mejor alternativa dentro de un concepto nuevo de producción agrícola.

Una de las especies que ha sido estudiada y evaluada para cumplir con el proceso de alimentación con el FVH del maíz es el pollo campero. La cría de esta especie supone una alternativa avícola a la explotación del pollo industrial, con el que se persigue un producto de calidad, criado en un sistema semi-extensivo frente al sistema ultra intensivo del pollo broiler, dando como resultado a un pollo más natural y de excelente palatabilidad. (Quiles & Hevia, 2004).

Antecedentes de Uso de Forraje Verde Hidropónico

La primera información escrita data del año 1600, cuando el Belga Jan Van Helmont, documentó acerca de cómo las plantas obtienen sustancias nutritivas a partir del agua, en 1699 el inglés John Woodward cultivó plantas utilizando diversos sustratos y encontró que el crecimiento de las plantas era el resultado de ciertas sustancias en el agua.

Los primeros en perfeccionar las soluciones nutritivas para el cultivo sin suelo fueron los botánicos alemanes Julius Von Sachs y Wilhelm Knop en 1860, en 1928, el profesor William Frederick Gericke de la Universidad de Berkeley en California, sugirió sobre la posibilidad de producción vegetal sin el uso de suelo, y en 1940 escribió el libro, “Guía Completa del Cultivo sin Suelo”.

Actualmente la hidroponía es practicada en todo el mundo y es parte de la agricultura protegida; según datos en México, se cuenta con 15.300 ha. De invernaderos, el 50% de la producción total de cultivos se encuentra en los estados de, Sinaloa (22%), Baja California (14%), Baja California Sur (12%) y Jalisco

(10%), (Juarez, y otros, 2011).

Se puede producir en cualquier época del año, con requerimientos mínimos de humedad, temperatura y luz (Arellano, 2009).

En la comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero.

El maíz resultó ser el más succulento por sus niveles de fibra complementada con un buen nivel de PC. El arroz se manifestó con una buena fuente de minerales, pero con un bajo nivel de proteína, además su rendimiento de biomasa fue muy bajo a pesar de que su contenido porcentual de materia seca fuera el más alto (Vargas, 2008).

Alternativas alimenticias en base a técnicas hidropónicas

El Ecuador es un país que cuenta con grandes extensiones de tierras para realizar cultivos, pero que por falta de estudio e investigación no han podido ser aprovechadas, debido a esto varios de los sectores productivos agrícolas no han podido mejorar su producción y rentabilidad, tomando en cuenta estos aspectos tan importantes, es muy conveniente el crear una alternativa que brinde desarrollo, basada en la utilización e implementación de especies forrajeras en un medio hidropónico.

El manejo de la hidroponía en Ecuador es una práctica que se encuentra en crecimiento, pero que también se puede decir que existe muy poca información en referencia a las especies en las cuales puede ser adoptada, principalmente en las de índole forrajeras, que pueden ser utilizadas en esta práctica agrícola.

Cultivo de Maíz Hidropónico



Fuente: Aldo Loqui Sánchez

Existen diferentes sectores que debido a que son propensos a sequías e inundaciones carecen de alimentación en ciertas épocas del año en donde se hace difícil el acceso para satisfacer las necesidades alimenticias de animales destinados a la producción.

Con la producción hidropónica sin suelo, se puede obtener forrajes de excelente calidad y palatabilidad aceptable para su consumo, se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos, por la mayor densidad y la elevada productividad por planta en comparación con la producción de alimento a campo abierto.

Los animales consumen todo el colchón formado por el forraje verde hidropónico donde se encuentran las raíces, semillas sin germinar y la parte verde de la planta, este colchón aporta nutrientes como vitaminas en especial del grupo B (B1 y B3), e importantes cantidades de hierro, calcio y fosforo, satisfaciendo las necesidades alimenticias de los animales destinados a producción.

El consumo de agua, con niveles muy inferiores a producciones en campo abierto, donde la pérdida de ésta se da por percolación, evaporación y evapotranspiración, nos demuestran que el uso de hidroponía juega un papel a favor del medio ambiente. Para una producción de maíz se necesita de 100 litros de agua para producir 1 kilo de maíz forrajero bajo el mismo sistema de riego cosa que disminuye significativamente en producciones hidropónicas

Taxonomía del maíz

Clasificación taxonómica del Maíz

De acuerdo con Terranova (1998), el maíz se encuentra clasificado de la siguiente manera:

Reino:	VEGETAL
División:	SPERMATOFITAS
Subdivisión:	ANGIOSPERMAS
Clase:	MONOCOTILEDÓNEAS
Orden:	GUMIFLORAS
Familia:	GRAMÍNEAS
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Mays l.</i>

Fuente: (Terranova, 1998)

El maíz y su producción híbrida

El maíz es una planta monocotiledónea muy cultivada a lo largo de todo el mundo, siendo uno de los alimentos de consumo básico en muchas poblaciones.

Pertenciente a la familia de las Poáceas, de la tribu Maydeas, las especies del género *Tripsacum* son formas salvajes parientes del maíz, también con origen americano, pero sin valor económico directo (Sánchez, 2013).

Producción de Forraje Verde (Maíz Hidropónico)



Fuente: Aldo Loqui Sánchez

El género *Tripsacum* relacionado con *Zea*, es nativo del Nuevo Mundo con 20 especies distribuidas desde la región noreste de Estados Unidos de Norteamérica, hasta Paraguay, su número cromosómico básico es $x = 18$ y puede ser diploide, triploide y aún con mayores niveles de ploidía dentro del género. Existen híbridos naturales entre maíz y *Tripsacum*, una de las especies *T. ander-*

sonii es considerada un híbrido estéril de éstas. Son plantas perennes, herbáceas y robustas de uno y hasta 4 metros de alto. Las características morfológicas que separan al *Tripsacum* del maíz y del teocintle son: 1) Cada una de las ramas de las inflorescencias poseen en su parte basal las flores femeninas y en la terminal las masculinas y 2) la forma y consistencia del fruto. (Kato, Mapes, Mera, Serratos, & Bye, 2009).

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del mejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio para diferentes especies, además de ser también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos (Paliwal, Granado, Renée, & Violic, 2001).

La producción de Forraje verde hidropónico (FVH) es una metodología de producción de alimento para el ganado que permite sortear las principales dificultades encontradas en las zonas áridas y semiáridas para la producción convencional de forraje (López, Murillo, & Rodríguez, Caracas, Venezuela).

La revista de cultivos hidropónicos de la FAO (2001), señala que la producción de forraje hidropónico puede ser una alternativa viable para que zonas poco productivas se incorporen al desarrollo nacional, pues el alto costo de alimentos que se utilizan en estas áreas disminuye ya que el uso racional del suelo mejora la calidad de los pastizales, incrementando la carga animal en esta superficie, produciendo alimento barato y de buena calidad para el ganado, reemplazando gran parte del alimento concentrado necesario en este tipo de explotación ganadera por alimento fresco que tiene mejor aceptación por los animales, por lo que genera mejores resultados en una importante actividad, como es la producción ganadera.

Producción de forraje verde hidropónico

La producción de FVH es una técnica que permite obtener de una manera rápida, de bajo costo y de forma sostenible, un forraje fresco, sano, limpio y de alto valor nutritivo, para alimentar a sus animales en cualquier época del año (FAO, 2001). Es un forraje apto para la alimentación de cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos, conejos, pollos, gallinas ponedoras y patos, entre otros

animales, sobre todo durante tiempos de escasez de forraje verde (Cuesta y Machado 2009). Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca en 14 días (FAO, 2001).

El forraje verde hidropónico (FVH) es entonces una tecnología de producción de biomasa vegetal de alta calidad nutricional, obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables (González, Ceballos, & Benavides, 2007).

El tamaño de la semilla de maíz, mantiene mayor número de reservas en el gluten, lo que hace que tengamos que suministrarle menos nutrientes a la planta es por eso que la producción es mayor por kilogramo de semilla añadiendo que la semilla de maíz es más barata y de más fácil consecución (todo depende de la región) (Artemio.Valdez 2008).

Ventajas del Forraje Verde Hidropónico

El FVH es un germinado muy rico en vitaminas A y E, tiene grandes cantidades de carotenoides, cuyo contenido puede variar de 250 a 350 mg por kg de materia seca (MS), posee una elevada cantidad de hierro, calcio y fósforo, alta digestibilidad, puesto que la presencia de lignina y celulosa es escasa, además es muy apetecible, su aspecto, sabor, color y textura le confieren una elevada palatabilidad a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos. (Romero & Cordova, 2009).

El FVH se emplea menor cantidad de agua para su producción; presenta menos problemas de plagas y enfermedades; produce forraje diariamente durante todo el año y se puede programar su producción con base en la demanda; no requiere de grandes superficies de tierras, ni períodos largos de producción, tampoco alguna forma de conservación y almacenamiento; está protegido de las lluvias, de las bajas temperaturas y de la exposición directa de los rayos del sol; es consumible en su totalidad, con raíces, tallos, hojas y restos de semillas es además una opción en lugares con poca disponibilidad de agua, tierras no aptas para el cultivo.

El tiempo que se requiere para obtener un alimento adecuado, va de siete a quince días, tiempo muy corto en relación al cultivo tradicional como es el caso del maíz; el cual requiere de 142 días en promedio (Elizondo & Boschini, 2002).

Consumo del Agua

El consumo del agua es mínimo, menos de dos litros por kilogramo de forraje verde producido, a través de estos sistemas se realiza un uso eficiente del agua, ya que ésta es aportada en las cantidades precisas y en forma controlada. Además, se minimizan las pérdidas por infiltración y evaporación.

Menor Número de Horas de Trabajo.

Este método requiere de un menor número de horas de trabajo que los sistemas convencionales de producción, ya que no sólo pueden automatizarse, sino que además la naturaleza de las tareas es sensiblemente diferente en estos sistemas. Además, en general las labores son más livianas que en los sistemas convencionales, por lo que puede existir un ahorro sensible en mano de obra y por lo tanto en costos.

Digestibilidad y Palatabilidad

Su digestibilidad es de 80-92% lo que nos revela un alto grado de aprovechamiento de los nutrientes que este alimento posee, su aspecto, color, sabor y textura, le confieren gran palatabilidad, a la vez que aumentan la asimilación de otros alimentos.

Áreas de Producción no Tradicionales

La realización de estos sistemas permite ampliar el horizonte agrícola permitiendo la inclusión de áreas urbanas y suburbanas para la producción. En general es posible desarrollar producciones comerciales exitosas en áreas tan pequeñas como el fondo de una casa. Esto permite una plasticidad en la evolución del volumen y el área de cultivo muy diferente a la obtenida con los cultivos realizados en los sistemas tradicionales. (Gilsanz, 2007).

Reducción de Aplicaciones de Agroquímicos

La aplicación de agroquímicos se reduce en estos sistemas, ya que el suelo como fuente de hospedaje o ciclo de enfermedades desaparece, de todos modos, los sistemas hidropónicos no son inmunes a la presencia de patógenos sobre todo aquellos que pueden colonizar medios líquidos.

Desarrollo de Raíces

Tanto en medios artificiales como en agua el desarrollo radicular adquiere su mejor perfeccionamiento sin impedimentos físicos ni nutricionales, comparados con los sistemas tradicionales es donde suceden problemas de compactación, baja infiltración, condiciones de anaerobiosis para las raíces, que conspiran en su desarrollo.

Desarrollo de las raíces con la técnica de la Hidroponía



Fuente: Aldo Loqui Sánchez

Desventajas del Forraje Verde Hidropónico

Las principales desventajas identificadas en un sistema de producción de FVH son la desinformación y sobrevaloración de la tecnología, Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a

una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema.

Es laborioso y requiere de cuidados especiales se necesita capacitación para hacer el germinado se tiene que establecer rutina de trabajo se tiene que hacer una pequeña inversión en los utensilios necesarios para hacer el germinado. (Carballo, 2000).

Se debe tener presente que, por ejemplo, para la producción de forraje verde hidropónico sólo precisamos un fertilizante foliar quelatizado el cual contenga, aparte de los macros y micro nutrientes esenciales, un aporte básico de 200 partes por millón de nitrógeno. Asimismo, el FVH es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar (Marulanda e Izquierdo, 1993).

Los híbridos

Según el postulado de Paliwal (s.f.) técnicamente un híbrido es la primera generación -F1- de un cruzamiento entre dos genotipos claramente diferentes. Normalmente se producen numerosos tipos de híbrido en todos los programas de mejoramiento para combinar diferentes caracteres de los distintos genotipos. En el caso del mejoramiento del maíz, el término híbrido implica un requerimiento específico y diferente, o sea que el híbrido F1 es usado para la producción comercial. El híbrido debe mostrar un razonable alto grado de heterosis para que el cultivo y su producción sean económicamente viables. (Rodríguez, 2013).

Lo cual les proporciona una mayor ventaja en cuanto a desarrollo adaptabilidad e incluso producción en comparación con las variedades nativas.

Ventajas de los híbridos

- Presentan un alto vigor híbrido en condiciones óptimas.
- Plantas con resistencias a herbicidas, plagas y enfermedades causadas

por virus, bacterias y hongos.

- Presentan cantidad y calidad de almidón, aceites y proteínas.
- Son resistentes a condiciones ambientales adversas, como sequias y prolongación del periodo de la vida del fruto luego de la cosecha. (Poehlman and Allen, 2003).

Desventajas de los híbridos

- Los agricultores necesitan comprar nueva semilla en cada ciclo de producción.
- El costo de las semillas es un 30% mayor que las semillas comunes. (Borrego, 2008).

CAPÍTULO II

CULTIVO DE FORRAJE DE MAÍZ

Autor

Ing. Agr. Aldo Loqui Sánchez MSc.
Blgo. Marcelo Zambrano Alarcón MSc



www.mawil.us

El estudio se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guayaquil ubicada en la hacienda el Rosario kilómetro 27.5 vía a Daule provincia del Guayas.

Clima de la zona Daule

Provincia:	Guayas
Cantón:	Daule
Recinto:	Puente Lucia
Altura:	22 m.s.n.m
Humedad relativa:	1445 m.m. año
Temperatura:	25.7 °C
Topografía:	Plano regular
Clima:	Tropical.

Materiales

Materiales de campo

Invernadero (5m²), malla sarán, tubos cuadrados y varillas de metal, cable n° 14 para conducción de luz, balanza, termostato, machetes, clavos, martillos, serruchos, alambre, tijeras, plástico negro, lápiz, hojas de zinc, máquina de soldar, amoladora.

Materiales para el sistema de riego

Canaletas, recipiente de plástico de 20 lts. para lavar el grano, balde para agua, bomba manual de 8 litros para fumigar, mangueras de media pulgada, codos de media pulgada, pegamento de tubería, tubos pvc de 2 pulgadas, codos pvc de 2 pulgadas, micro aspersores, tubería de 25 mm, manguera 12mm.

Materiales de siembra

Semilla de maíz híbrido NS-82, Pioneer 3862, Pioneer 30k73, Trueno

NB7443, agua potable, bandejas de 45.7x33 y 3 de profundidad, humus, azufre.

Materiales de oficina

Computadora, impresora, hojas de registro, bolígrafos, cámara fotográfica, regla, calculadora.

Instalaciones

Para iniciar la construcción se debe buscar un sitio que esté protegido de los vientos fuertes; que cuente con disponibilidad de agua de riego de calidad aceptable para abastecer las necesidades del cultivo; y acceso a energía eléctrica; existe una amplia posibilidades para las instalaciones que va construida desde artesanalmente con palos y plástico, hasta sofisticados modelos digitalizados en los cuales casi no se utiliza mano de obra para la posterior producción de FVH, Izquierdo FAO (FAO, 2001).

Instalaciones para el Cultivo Hidropónico



Fuente: Marcelo Zambrano Alarcón

Se construyó con cubierta de zinc y lleva malla sombra sarán en su totalidad para evitar que los rayos solares quemem el forraje de la parte superiores de las perchas lleva un sistema de ventilación, además de tener en la parte superior del invernadero el espacio de ventilación, para que salga el aire caliente y se deja entrar aire frío, de esta forma controlamos la temperatura que servirá para la correcta producción del forraje, el piso del invernadero es de concreto, con el fin de evitar que con la gran frecuencia de riegos y la alta humedad relativa se produzcan encharcamientos, proliferación de hongos y enfermedades, en cuanto a las dimensiones el invernadero consta de una superficie de 5mts², puede realizarse en cualquier sitio, como cuarto o galpón e incluso en un sótano, pero manteniendo siempre las condiciones de higiene y control.

Según estos autores, las dimensiones estarán en correspondencia con la producción de biomasa requerida y el número de animales a alimentar Según Fa-zaeli *et al.* (2012).

Calidad del Agua de Riego

El agua inicia la actividad vital de la semilla por lo que se requiere agua libre de contaminantes y de excesivas sales, con un pH cercano a la neutralidad.

En los sistemas hidropónicos la calidad del agua desde el punto de vista químico y microbiológico es esencial, el agua deberá estar libre de contaminantes y con bajos contenidos de sales los niveles elevados (> 30 mg/L) de calcio, magnesio, sodio o cloro podrían ser tóxicos para las plantas (Gilsanz, 2007).

El valor de pH del agua de riego debe oscilar entre 5.5 y 6.0 en este mismo sentido Lara-Herrera (1999) manifestó que en Europa y Norteamérica, al agua disponible para preparar las soluciones nutritivas se le denomina “dura”; esto significa que contiene niveles elevados de calcio, magnesio y bicarbonatos, lo que presenta problemas porque la concentración normal de nutrientes de las soluciones nutritivas al ser combinadas con los existentes en el agua se incrementan y pierden el balance requerido.

Sistema de micro - aspersión

Pulveriza el agua sobre las plantas en pequeñas gotas, esto puede ser de forma continua o en intervalos de tiempo. El agua, por gravedad, comenzará a gotear sobre las plantas y en el depósito.(Griffiths, 2014).

Riego por Goteo



Fuente: Marcelo Zambrano Alarcón

Riego

Para la producción de forraje verde hidropónico se utiliza solo la cantidad de agua que se requiera diariamente para que al final del día el agua que contendrá una buena proporción se deposite en el material a producir y al día siguiente se inicia con una nueva cantidad de agua. Luego de que aparezcan las primeras hojas, a los 4-5 días se inicia el riego, se les dieron 4 riegos al día de 1 litro de agua por m² mediante sistema de riego por micro aspersión por 1 minuto cada 2 horas. Para el drenado adecuado de agua se perforaron los extremos de las bandejas de hidroponía para evitar encharcamientos.

Sistema de Drenaje



Fuente: Marcelo Zambrano Alarcón

A partir del momento de la siembra se debe regar con la finalidad de que la bandeja no pierda humedad, los riegos son variables dependiendo de la etapa de crecimiento de la planta y las condiciones de temperatura, se debe evitar encharcamiento o inundaciones de lo contrario se producirá pudrición en las raíces (García, 2004).

Sistema de vaciado/drenaje

En este sistema, el embalse de agua que se encuentra directamente debajo de la zona de crecimiento es drenado y recolectado por unos canales. En ciertos intervalos de tiempo se aplicarán los riegos, lo que llenará la zona de cultivo con agua. Cuando el riego acaba el agua caerá hacia abajo en el depósito de los recipientes.(Griffiths, 2014).

Temperatura

La toma de temperaturas se realizó durante cada riego, cumpliendo con 4 tomas de temperatura al día, este proceso se ejecutó todos los días.

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C.

El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua.

Temperatura del agua

Para que los nutrientes sean correctamente absorbidos por las plantas la temperatura del agua debe estar en el rango de 18-26° C. Si la temperatura del agua es demasiado baja o alta provocaría estrés a la planta e impediría su desarrollo. (Griffiths, 2014)

La luz

Según el postulado de Samperio (2007), indica que la luz es un factor indispensable para el buen desarrollo de las plantas, pues es la energía que necesita para realizar la fotosíntesis, por medio de la cual logran llevar a cabo sus diferentes etapas de desarrollo, desde su crecimiento hasta su producción. (GOMEZ, 2007).

Bodega de semilla

Es el lugar diseñado para el almacenaje de las semillas para la producción del forraje y otros enceres de la producción. Es recomendado optimizar el uso del espacio disponible en la bodega de semilla, a fin de acortar la distancia del transporte de la bodega hacia el lugar de germinación de la semilla y la salida de la misma hacia la producción. (GOMEZ, 2007).

Proceso de producción

Para lograr buenos resultados en una producción de FMH será necesario es-

coger y clasificar muy bien la semilla a utilizar, que sean de buena calidad, de origen conocido, de probada germinación y rendimiento, ya que de ella depende el crecimiento y calidad del forraje. (Jemimah et al., 2015).

El forraje verde hidropónico consiste en la germinación de granos (semillas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas como luz, temperatura y humedad, en ausencia del suelo.(Jemimah et al., 2015).

Capacidad de producción

La capacidad de producción depende en principio del tipo de FVH que se cultive ya que la biomasa de este reflejará bastante en la producción tomando en cuenta que el invernadero cuenta con cinco perchas y cada percha tiene la capacidad de albergar hasta 24 bandejas podríamos establecer la capacidad neta de forraje que puede caber en el área de producción del invernadero.

Es importante tener en cuenta que en el área de producción existe espacio suficiente para el transporte y buen manejo de las bandejas y que contará con personal que estará a cargo de la producción del forraje verde hidropónico.

Análisis bromatológico

La bromatología es la ciencia que se encarga de estudiar íntegramente los alimentos en toda su constitución, tal es así que para realizar un análisis bromatológico se necesita hacer un estudio químico, físico e higiénico (microorganismos y toxinas), para con ellos determinar el tratamiento y la conservación de los alimentos.(Canchila, E.R.; Soca, Mildrey; Ojeda, F.; Machado, 2009).

El uso de estos análisis es determinante para conocer la composición cualitativa y cuantitativa (composición química y calidad) tanto del alimento como de las materias primas, y así analizar qué es lo que están consumiendo los animales, y que tan benéfico puede ser para su nutrición. También se utiliza para poder hacer la medición de la dieta de los animales, de acuerdo con sus regímenes alimenticios específicos (bromatología dietológica). Con el fin de comprender el estado higiénico y toxicológico (bromatología sanitaria) y con esto analizar

a partir de lo anterior, si el alimento o materia prima que he analizado cumplen con lo establecido por el productor, además de ver si tiene alteraciones o contaminantes. (Edis Macías Rodríguez, Melisa Fernández Curí, 2015)

Análisis Bromatológico



Fuente: Marcelo Zambrano Alarcón

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DEL TRABAJO FMH

Autor

Ing. Agr. Aldo Loqui Sánchez MSc.

MVZ. Joice Ortiz Cañarte

MVZ. Juan Pérez Paguay

MVZ. Ana Ullauri Bastidas

MVZ. Tannya Constante Santos



www.mawil.us

Realizado en un espacio de 5 m² adecuado para funcionar como invernadero adaptado a las condiciones climáticas de la zona para producir forraje verde hidropónico de semilla de maíz híbrido, en el interior cuenta con 5 perchas metálicas con capacidad para 24 bandejas plásticas para siembra de FVH, cada percha tiene un sistema de riego por microaspersión y drenaje individual, instalaciones realizadas en la facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad de Guayaquil.

Diseño estadístico

El método para poder evaluar el proceso del proyecto es el diseño estadístico de bloques completamente al azar con arreglo factorial con tres densidades de siembra para cada híbrido (NS-82, Pioneer P3862, Pioneer 30k73 y trueno NB 7443). Para el análisis de datos se utilizó el software INFOSTAT (Versión 2017e.) y se aplicó la prueba de Duncan para la comparación de medias, en el análisis de varianza (ANOVA), para 0,05 de nivel de significación.

Método de evaluación del proyecto



Fuente: Joice Ortiz Cañarte

Se midieron las variables peso de materia fresca y altura de la planta, con un total de 80 repeticiones para el estudio, contando con 4 híbridos de maíz diferentes de las cuales 20 repeticiones correspondían al maíz híbrido NS-82, 20 repeticiones del maíz híbrido Pioneer P3862, 20 repeticiones Pioneer 30k73 y

20 repeticiones del maíz híbrido Trueno NB 7443

Selección de semillas

Para esta investigación se eligió la semilla certificada de maíz híbrido NS-82, la semilla seleccionada debe ser de buena calidad de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento.

Deben proveer de lotes limpios y estar limpios de maleza, no se debe utilizar semilla tratada con fungicidas o persevantes. La humedad de la semilla debe ser del 12% y debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica (Santander, 2006).

Se pueden probar de la siguiente manera: Tome un puñado de semillas de uno de los sacos y viértalas en un recipiente lleno de agua. Las buenas semillas deben hundirse y no flotar (al menos 95% deben hundirse) de no ser así, se sabe que no están frescas y no van a germinar (Santander, 2006).

Característica del híbrido de maíz trueno nb7443

Características agronómicas:

- Híbrido doble
- Días de floración femenina: 52 – 54 días
- Altura de planta: 2.1 metros
- Inserción de Mazorca: 1.1 metros
- Acame de raíz: muy bajo
- Acame de tallo: muy bajo
- Enfermedades: altamente tolerante a las principales
- Amplia adaptabilidad a las diferentes zonas maiceras del ecuador.
- Características de mazorca:
- Uniformidad de mazorca: muy buena
- Cierre de punta: excelente
- Longitud de mazorca: 16 cm
- N° de hileras/mazorca: 14 – 16
- Grano: anaranjado cristalino. (AGRIPAC, 2014)

Características del híbrido de maíz Pioneer 30k73

Pertenece a los híbridos de alto rendimiento es mayor a 7 TM/Ha., los tallos y raíces fuertes, resistente a las principales enfermedades, excelente cierre de mazorca, puede llegar medir 14cm. (Pronaca , 2016).

Pioneer 30K73, es un híbrido de avanzada tecnología genética con muy alto potencial de rendimiento. Presenta planta de hojas semirectas, prolífico, porte alto y buena sanidad, altamente tolerante a las principales enfermedades del cultivo.

Pioneer 30K73, es un híbrido de doble propósito pudiéndose sembrar, para producción de grano, durante todo el año obteniéndose los mejores rendimientos en siembras desde junio hasta diciembre, y para producción de forraje se recomienda siembras durante todo el año.

Pioneer 30K73, presenta una mazorca de 14 a 16 hileras, con grano cristallino, pesado y muy profundo. Su relación grano/coronta es en promedio de 84/16. Su arquitectura de planta permite sembrarse con altas poblaciones, por lo que se recomienda colocar a la siembra 78,425 semillas por hectárea para llegar con 72,000 plantas aproximadamente a la cosecha. Para siembras de forraje se recomienda colocar a la siembra 86,000 semillas por hectárea o más según la zona y nivel agronómico de manejo.

Las variaciones climáticas junto con la baja calidad de los forrajes utilizados en la producción pecuaria, constituyen factores que restringen el desarrollo adecuado de la ganadería nacional. Por ello, los productores agropecuarios suministran a sus animales, dietas suplementarias basadas en alimentos concentrados (Espinoza et al., 2004), las cuales tienen alto costo, debido a que los insumos para su elaboración son importados.

La pre-germinación asegura la estimulación de la semilla a que germine de forma rápida y fuerte.

Característica del maíz híbrido NS - 82

El Maíz NS-82 es un híbrido simple, semiduro, anaranjado con excelente calidad de grano destaca por su estabilidad logrando en cosechas comerciales rendimientos superiores a las 7 t/ha en condiciones de sequía. Este híbrido se destina tanto a alimento de animales como a la industria cervecera.

Posee las siguientes características:

- Grano anaranjado, semicristalino de tamaño grande y pesado, con altos porcentajes de rendimiento en trilla y un índice de desgrane en promedio de 83%.
- Tolerancia a las principales enfermedades: Helminthosporium, Curvularia, mancha de asfalto y cinta roja,
- Planta robusta resistente al acame de raíz y acame de tallo.
- Mayor productividad y rendimiento.
- Alta tolerancia al volcamiento.
- Mayor número de plantas a cosecha.
- Altura de planta: 190-225 cm.
- Altura de la mazorca: 110-115 cm.
- Tolerancia a: sequía (AGRIPAC, 2014)
- Zonas recomendadas, los Ríos, Guayas y Manabí
- Fechas de siembra, Diciembre, Enero, Mayo, Julio
- Días a floración, 45-55 días
- Días de cosecha:
- Verano: 126-135 días
- Invierno: 100-115 días.

Características del maíz híbrido Pioneer 3862

- Clase de híbrido - Simple
- Posición de las hojas - Semi recta
- Cosecha -16 - 17 días (Hidroponía)
- Altura de planta -20 - 23 cms. (Hidroponía)
- Tipo de grano - Semiduro

- Color de grano - Anaranjado amarillo
- Potencial de rendimiento - Excelente
- Estabilidad de producción – Excelente

Para obtener resultados satisfactorios y favorables en base al cultivo hidropónico se deben cumplir aspectos importantes y rigurosos que permitirán que su proceso alcance las expectativas deseadas.

Método de análisis bromatológico

Métodos realizados en examen bromatológico

MÉTODO	PARAMETRO
POE-UBA-01 Basado en AOAC 17th 984.13	Proteína
Folch Modificado	Grasa
POE-UBA-02 Basado en AOAC 930.15	Humedad
POE-UBA-02 Basado en AOAC 942.05	Ceniza
AOAC 978.1	Fibra
Clegg-Antrone	Carbohidratos totales
Codex CAC-GL2-EN (calculo)	Energía
AOAC 968.08	Hierro
AOAC 965.17	Fosforo
AOAC 927.02	Calcio
AOAC 975.03	**Magnesio
AOAC 986.16	**Potasio
AOAC 965.09	**Sodio

Fuente: Joice Ortiz Cañarte

Lavado y desinfección de las semillas

Se lavo con agua limpia el grano del maíz y se retiraron todas las impurezas encontradas y los granos que flotaban se retiraron, ya que estos granos no germinan, se lavó el grano por segunda vez con abundante agua tratando de mover el grano de maíz para que se desprenda todas las impurezas sumergiendo en un

tiempo no menor a 30 segundos y no mayor a 3 minutos, seguido se dejó remo-
jando el grano en agua limpia por 12 horas; transcurridas las 12 horas se retiró el
agua y se dejó reposar por 1 hora para que se oxigene, y se procedió a sembrar
en las bandejas plásticas.

Se deben lavar las semillas con una solución de hipoclorito de sodio al 1%
(lejía 10 cc en un litro de agua). Se hace por lo menos de 30 segundos ni más
de tres minutos. Se deben luego lavar las semillas con agua limpia (Santander,
2006).

Siembra en las bandejas

El forraje verde hidropónico se produce en bandejas plásticas colocadas en
sistemas modulares, en cada bandeja de 40 x 60 cm se coloca 1,25 kilos de se-
milla de cebada (también se puede trabajar con avena, trigo y maíz) que al cabo
de dos semanas se convertirá en una biomasa forrajera (Vargas, 2008).

En la siembra se utilizaron bandejas plásticas de 45.7 cm por 33 cm y 3 cm de
profundidad que fueron lavadas previamente con detergente y agua, posterior-
mente se desinfectaron con cloro para evitar cualquier tipo de contaminación.

Transcurridas las últimas 12 horas del remojo de las semillas se pasó a las
bandejas colocando una capa uniforme de espesor; se taparon con otras bande-
jas plásticas y se cubrió con plástico negro por 48 horas para impedir que entrase
la luz e inducir a la germinación uniforme del grano.

Riego

Para la producción de forraje verde hidropónico tanto el agua como la solu-
ción nutritiva, se utiliza solo la cantidad de agua que se requiera diariamente
para que al final del día el agua que contendrá una buena proporción de sustan-
cias nutritiva se deposite en el material a producir y al día siguiente se inicia
con una nueva cantidad de agua o solución nutritiva. Luego de que aparezcan
las primeras hojas, a los 4-5 días se inicia el riego con la solución nutritiva, se
les dieron 4 riegos al día. A partir del momento de la germinación o aparición
de hojas en las plántulas se dio el riego con la sustancia nutritiva, en este caso

utilizamos un fertilizante completo ya que es la forma más rápida para un productor de obtener nutrientes. Para el drenado adecuado de agua se perforaron los extremos de las bandejas de hidroponía para evitar encharcamientos, los riegos se efectuaron por 1 minuto cada 2 horas.

A partir del momento de la siembra se debe regar con la finalidad de que la bandeja no pierda humedad, los riegos son variables dependiendo de la etapa de crecimiento de la planta y las condiciones de temperatura, se debe evitar encharcamiento o inundaciones de lo contrario se producirá pudrición en las raíces (García, 2004).

Germinación

Según lo planteado por Navarrete (2008), la germinación inicia desde el momento en que se somete la semilla a hidratación, donde las enzimas se movilizan invadiendo el interior de las semillas y ocurre una disolución de las paredes celulares para posteriormente liberarse granos de almidón que son transformados en azúcares.

Germinación de la semilla



Fuente: Juan Pérez Paguay

Una vez que han aparecido las raicillas y las primeras hojas, la planta está capacitada para obtener los nutrientes del medio externo y demás elementos. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua, oxígeno y temperatura apropiada.

Fitosanidad del cultivo

Las plagas o enfermedades que atacan al forraje verde hidropónico como son los ataques de nematodos e insectos son casi inexistentes, debido al corto tiempo de producción del mismo, sin embargo, se debe tener cuidado en la etapa del crecimiento principalmente en los factores ambientales como la humedad, el aire, la luminosidad, que lo pueden afectar, a continuación, se mencionan los principales factores a cuidar para evitar enfermedades en el cultivo.

Verificación de la Fitosanidad del cultivo



Fuente: Joice Ortiz Cañarte

Es preciso mantener limpia el área de trabajo y evitar encharcamientos y derrames de agua para evitar problemas de putrefacción.

Se debe encalar las paredes y poner barreras de cal en los límites del invernadero, con el fin de evitar encharcamientos y la intrusión de plagas rastreras. Esto último se logra con una mezcla de agua con cal.

Antes de resembrar se debe aspersar los contenedores con productos comerciales hechos a base de oxiclورو de cobre y azufre elemental, en porciones de un gramo por litro de agua, o con agua y cal, a razón de 5 gramos por litro de agua. Esto atacará las esporas que circunden en el área de trabajo.

Las plantas afectadas deben ser removidas de inmediato para prevenir el contagio a otras plantas, y como medida preventiva, se debe aplicar un producto natural adecuado para evitar el contagio, por lo menos una vez por semana durante dos semanas mantener la temperatura adecuada y tener suficiente aireación en el cultivo; purificar el agua y aire del invernadero.

La revisión diaria y calendarizada del forraje verde hidropónico en la mañana de preferencia o en las últimas horas de la tarde, ya que después de la salida del sol la temperatura se eleva y los insectos se esconden para protegerse por lo que cuesta trabajo localizarlos o realizarla cada dos días para disminuir el riesgo a las plagas, hongos y bacterias que pueden atacar las plantas, así reducir el riesgo de infecciones patógenas de origen bacteriano o fungoso.

En la elección de los productos fitosanitarios se toma en cuenta la selectividad, eficacia, riesgo existente de aparición de poblaciones de parásitos resistentes persistencia, toxicidad, residuos y en general el impacto en el medio ambiente con ayuda de profesionales en el tema.

Crecimiento

Concluida la germinación se inicia la fase del “Crecimiento” que coincide con la fotosíntesis, etapa, donde las plántulas germinadas empiezan a crecer a un ritmo muy acelerado hasta la edad de 10 á 15 días dependiendo de las condi-

ciones climáticas para obtener el forraje con una altura de 20 a 25cm, formando hojas y tallos de alta calidad nutritiva y listo para la cosecha (Rodríguez S. , 2000).

Observación de crecimiento de las Plántulas



Fuente: Joice Ortiz Cañarte

Cosecha

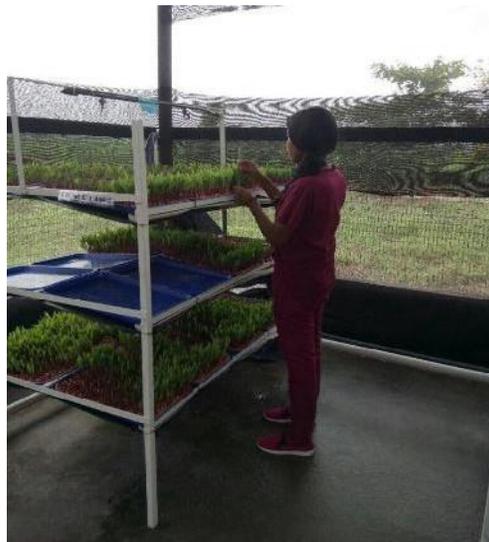
La cosecha es la culminación del proceso, momento en que las plántulas han alcanzado una altura entre 14 y 18 cm, y formado una alfombra de pasto verde con un colchón radicular blanco y consistente (debido a la alta densidad de siembra) que está apta para ofertársela a los animales (Rodríguez et al., 2003; Navarrete, 2008).

Verificación de la culminación del crecimiento de la Plántula



Fuente: Joice Ortiz Cañarte

Forraje optimo para la alimentación



Fuente: Joice Ortiz Cañarte

Se realizó la cosecha al día 17 obteniendo 1.50 lb de forraje por bandeja, en este periodo el forraje se encuentra en sus mejores niveles de nutrientes.

Como resultado obtuvimos un gran tapete radicular, ya que las raíces se entrelazaron con otras por la alta densidad de siembra, en este periodo de tiempo el forraje verde hidropónico se encuentra óptimo para alimentación

Densidad de siembra

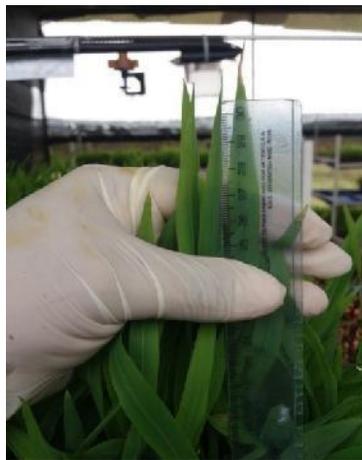
Para la toma de peso de cada bandeja, de los diferentes tratamientos, pesamos todos los días tomando en cuenta el peso inicial y el peso final.

El maíz a la densidad de 40 g/d m², a profundidad de 3-4 cm y la avena 25 g/d m², a 1,5 cm de profundidad (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2002).

Altura de planta

Para esta variable se usó una regla a fin de medir el crecimiento en cm de la altura de la planta tomando en cuenta las tres densidades de siembra de cada repetición de los diferentes tratamientos de FVH, esta toma de datos se realizó todos los días.

Verificación del crecimiento de la planta



Fuente: Joice Ortiz Cañarte

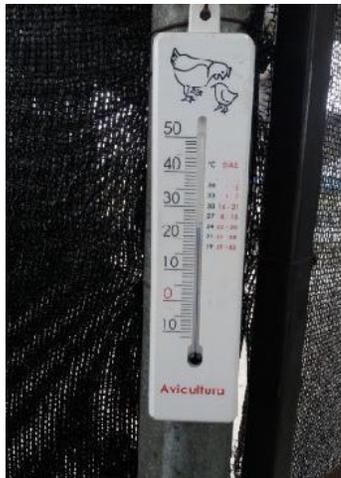
Numero de hojas

Para esta variable registramos las fechas cuando empiezan a desarrollar las primeras hojas hasta el día de cosecha.

Temperatura

La toma de temperaturas se realizó durante cada riego, cumpliendo con 4 tomas de temperatura al día, este proceso se ejecutó todos los días. (Sholto 1982). El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Es necesaria bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua.

Verificación diaria de la temperatura



Fuente: Joice Ortiz Cañarte

Número de repeticiones

Para el estudio se basó en 3 tratamientos con las siguientes medidas y sus repeticiones en los distintos híbridos:

- De 1.2lb de densidad de siembra con 8 repeticiones. Para los híbridos NS-82, Pioneer P3862 y Pionner 30k73.
- De 1.5lb de densidad de siembra con 8 repeticiones. Para los híbridos NS-82, Pioneer P3862, Pionner 30k73 y 9 repeticiones para el Trueno NB 7443.
- De 2.2lb de densidad de siembra con 7 repeticiones. Para el híbrido trueno NB 7443.
- De 2.4lb de densidad de siembra con 4 repeticiones. Para los híbridos NS-82, Pioneer P3862, Pionner 30k73 y Trueno NB 7443.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LOS HÍBRIDOS

MVZ. Joice Ortiz Cañarte



www.mawil.us

Análisis de Altura de planta

Con tres densidades de siembra 1,5lb; 2,2lb y 2,4lb se realizó un análisis estadístico en la variable altura de planta los resultados que obtuvimos en el análisis de varianza y test de Duncan, no existieron diferencias significativas pero hubo diferencias en cuanto a la altura de planta en las densidades 2,2 y 2,4 lb con un cv 14,57. Dando mayor altura de planta 24,83cm en la densidad de 2,2lb.

Análisis de Altura de planta (cm)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1,5	2,2	2,4
1	25,9	26,33	21,5
2	28,5	23,33	24,7
3	26,0	29,00	17,7
4	22,7	20,67	17,3
5	28,3	26,00	
6	24,0	26,33	
7	26,7	22,17	
8	17,0		
9	20,3		
PROMEDIO	24,38	24,83	20,30

Análisis Estadístico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA (CM)	20	0,23	0,14	14,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	59,35	2	29,67	2,48	0,1132
MUESTRAS	59,35	2	29,67	2,48	0,1132
Error	203,18	17	11,95		
Total	262,53	19			

Fuente: Joice Elizabeth Ortiz Cañarte

Análisis de test de duncan

Error: 11,9520 gl: 17

MUESTRAS	Medias	n	E.E.		
T2: 2,2LB	24,83	7	1,31	A	
T1: 1,5LB	24,38	9	1,15	A	B
T3: 2,4LB	20,30	4	1,73		B

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

Fuente: Joice Elizabeth Ortiz Cañarte

Análisis de peso de materia fresca (lb)

Con tres densidades de siembra 1,5lb; 2,2lb y 2,4lb se realizó un análisis estadístico de varianza y test de Duncan en la variable densidad de siembra, se puede aseverar que las densidades 2,2 lb y 1,5 lb mostraron diferencia significativa en cuanto al peso promedio, el cual fue 4,03 lb y 2,93 lb respectivamente y 2,4 lb y 1,5 lb mostraron diferencia significativa en cuanto al peso promedio fue 4,03 y 2,93 con un CV de 15, 86. Dando mayor ganancia de peso en las densidades de 2,2lb y 2,4lb.

Análisis de peso de materia fresca (lb)

REPETICIONES	TRATAMIENTO		
	1,5	2,2	2,4
1	3,20	4,00	4,10
2	3,80	3,90	4,50
3	3,50	4,50	4,20
4	2,80	3,00	3,30
5	2,90	4,70	
6	3,00	4,50	
7	2,90	3,60	
8	2,20		
9	2,10		
PROMEDIO	2,93	4,03	4,03

Fuente: Joice Elizabeth Ortiz Cañarte

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO (LB)	20	0,53	0,47	15,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO (LB)	20	0,53	0,47	15,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,92	2	2,96	9,43	0,0018
MUESTRAS	5,92	2	2,96	9,43	0,0018
Error	5,34	17	0,31		
Total	11,27	19			

Fuente: Joice Elizabeth Ortiz Cañarte

Análisis de test de duncan

Error: 0,3142 gl: 17

MUESTRAS	Medias	n	E.E.	
T2: 2,2LB	4,03	7	0,21	A
T3: 2,4LB	4,03	4	0,28	A
T1: 1,5LB	2,93	9	0,19	B

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

Fuente: Joice Elizabeth Ortiz Cañarte

Análisis de los resultados bromatológicos

El examen bromatológico del forraje maíz hidropónico Trueno NB7443 arrojó como resultado un porcentaje de proteína de 3.12% y fibra de 0,97 % que junto con el balanceado podría ser usado como alimentación complementaria para la producción de aves.

Resultado de análisis Bromatológico

MÉTODO	PARAMETRO	RESULTADOS
POE-UBA-01 Basado en AOAC 17th 984.13	Proteína	3.12 %
Folch Modificado	Grasa	0.08 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 930.15	Humedad	83.89 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 942.05	Ceniza	0.41 %
AOAC 978.1	Fibra	0.97 %
Clegg-Antrone	Carbohidratos totales	5,69 %
Codex CAC-GL2-EN (calculo)	Energía	35,96 Kcal/100g 450.46(kj/100g)
AOAC 968.08	Hierro	1.61 mg/kg
AOAC 965.17	Fosforo	491.01 mg/kg
AOAC 927.02	Calcio	253.79 mg/kg
AOAC 975.03	**Magnesio	283.88 mg/kg
AOAC 986.16	**Potasio	0.22 mg/kg
AOAC 965.09	**Sodio	41.37 mg/kg

Fuente: Joice Elizabeth Ortiz Cañarte

CAPÍTULO V

MAÍZ HIDROPÓNICO NS-82

Autor
MVZ. Juan Pérez Paguay



www.mawil.us

Análisis de Altura de planta

En el análisis de las variables altura de planta para 1,2 lb, 1,5 lb y 2,4 lb, se puede constatar que ninguna de las densidades mostro diferencia significativa, proyectando un promedio para la densidad de 1,2 lb, una altura de 26,96 cm. para la densidad 1,5lb, una altura de 20,66 cm y para la de 2,4lb una altura de 22,92cm. Con un CV 26,64.

Análisis de Altura de planta (cm)

REPETICIONES	TRATAMIENTO		
	1,2	1,5	2,4
1	25,16	11,16	29
2	27,33	23,83	21,5
3	27	27,5	26,16
4	23,16	23	15
5	28,33	11,66	
6	29	28,83	
7	31	30	
8	24,66	9,33	
PROMEDIO	26,955	20,66375	22,915

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA (CM)	20	0,19	0,10	26,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	160,88	2	80,44	2,03	0,1619
DENSIDAD	160,88	2	80,44	2,03	0,1619
Error	673,59	17	39,62		
Total	834,47	19			

Fuente: Juan Jesús Pérez P.

Análisis de test de duncan

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 39,6229 gl: 17

DENSIDAD	Medias	n	E.E.
T 1,2	26,96 8	2,23	A
T 2,4	22,92 4	3,15	A
T 1,5	20,66 8	2,23	A

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

Fuente: Juan Jesús Pérez P.

Análisis de peso de materia fresca (lb)

En el análisis de las variables densidad de siembra para 1,2 lb, 1,5 lb y 2,4 lb, se puede verificar que la densidad 2,4 lb mostro una diferencia significativa en cuanto al peso promedio, el cual fue 4,20 lb en comparación con el resto que fue de 2,79 lb para la densidad de 1,5 lb y 2,66 lb para la densidad de 1,2 lb. Lo cual indica según el análisis de varianza que hay significancia estadística con un CV de 20,30.

Análisis de peso de materia fresca (lb)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1,2	1,5	2,4
1	2,1	2	4,9
2	3	3,5	4,2
3	2,7	3,5	3,8
4	2,3	2,6	3,9
5	2,4	1,8	
6	3	3,6	
7	3,3	3,4	
8	2,5	1,9	
PROMEDIO	2,66	2,79	4,20

Fuente: Juan Jesús Pérez P.

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO MATERIA FRESCA (lb)	20	0,52	0,47	20,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,02	2	3,51	9,35	0,0018
DENSIDAD	7,02	2	3,51	9,35	0,0018
Error	6,39	17	0,38		
Total	13,41	19			

Fuente: Juan Jesús Pérez P.

Análisis de test de duncan

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3757 gl: 17

DENSIDAD	Medias	n	E.E.
T 2,4	4,20	4	0,31 A
T 1,5	2,79	8	0,22 B
T 1,2	2,66	8	0,22 B

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

Fuente: Juan Jesús Pérez P.

Análisis de los resultados bromatológicos

El examen bromatológico del forraje maíz hidropónico NS-82 arrojó como resultado un porcentaje de proteína de 3.42% y fibra de 0,50 % que junto con el balanceado podría ser usado como alimentación complementaria para la producción de aves.

Resultado de análisis Bromatológico

MÉTODO	PARAMETRO	RESULTADOS
POE-UBA-01 Basado en AOAC 17th 984.13	Proteína	3.42 %
Folch Modificado	Grasa	0.03 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 930.15	Humedad	85.75 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 942.05	Ceniza	0.31 %
AOAC 978.1	Fibra	0.50 %
Clegg-Antrone	Carbohidratos totales	5.86 %
Codex CAC-GL2-EN (calculo)	Energía	37,39 Kcal/100g 450.46(kj/100g)
AOAC 968.08	Hierro	1.56 mg/kg
AOAC 965.17	Fosforo	481.16 mg/kg
AOAC 927.02	Calcio	298.20 mg/kg
AOAC 975.03	**Magnesio	187.56 mg/kg
AOAC 986.16	**Potasio	0.10 mg/kg
AOAC 965.09	**Sodio	37.12 mg/kg

Fuente: Juan Jesús Pérez P.

CAPÍTULO VI

MAÍZ HIDROPÓNICO PIONNER 30K73

Autor

MVZ. Tannya Constante Santos



www.mawil.us

Análisis de Altura de planta

En el presente estudio, el análisis de varianza relacionado con la altura de la planta muestra una diferencia significativa entre T1 (1.2 Lbs) y T2 (1.5 Lbs). No hay diferencia significativa ($p=0.0258$) entre T1 y T3, ni entre T3 y T2

Análisis de Altura de planta (cm)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1,2	1,5	2,4
1	11,7	11,3	10
2	13,3	11,3	11,7
3	13	12,3	11,5
4	10,4	11,7	11,7
5	10,7	9,7	
6	14,3	8,6	
7	14	9,3	
8	13,2	10,9	
PROMEDIO	12,58	10,64	11,23

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA (CM)	20	0,35	0,27	11,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,48	2	7,74	4,57	0,0258
DENSIDAD	15,48	2	7,74	4,57	0,0258
Error	28,80	17	1,69		
Total	44,28	19			

Fuente: Tannya Constante

Análisis de test de duncan

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 1,6942 gl: 17

DENSIDAD	Medias	n	E.E.		
T1: 1,2	12,58	8	0,46	A	
T3: 2,4	11,23	4	0,65	A	B
T2: 1,5	10,64	8	0,46		B

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

Fuente: Tannya Constante

Análisis de peso de materia fresca (lb)

Con respecto a la variable peso de MF se obtuvo un mayor peso (3,63 lb) con una densidad de siembra de 2,4 lb/bandeja (Tabla 3); en el análisis de varianza resultó que existe diferencia significativa ($p=0.0001$) entre el tratamiento 3 (2,4 lb) y los tratamientos 1 y 2.

Análisis de peso de materia fresca (lb)

REPETICIONES	TRATAMIENTO		
	1,2	1,5	2,4
1	1,6	1,8	2,9
2	2,4	2,7	3,6
3	2,5	2,9	4,3
4	1,6	2	3,7
5	2,2	2,2	
6	2,3	2	
7	2,6	2	
8	2,2	2,3	
PROMEDIO	2,18	2,24	3,63

Fuente: Tannya Constante

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO MATERIA FRESCA (LB)	20	0,68	0,64	16,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,46	2	3,23	18,17	0,0001
DENSIDAD	6,46	2	3,23	18,17	0,0001
Error		3,02	17	0,18	
Total	9,48	19			

Fuente: Tannya Constante

Análisis de test de duncan

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1777 gl: 17

DENSIDAD	Medias	n	E.E.
T3: 2,4	3,63	4	0,21 A
T2: 1,5	2,24	8	0,15 B
T1: 1,2	2,18	8	0,15 B

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

Fuente: Tannya Constante

Análisis de los resultados bromatológicos

El examen bromatológico del forraje maíz hidropónico PIONNER 30K73 arrojó como resultado un porcentaje de proteína de 2.96 % y fibra de 1.21 % que junto con el balanceado podría ser usado como alimentación complementaria para la producción animal.

Resultado de análisis Bromatológico

MÉTODO	PARAMETRO	RESULTADOS
POE-UBA-01 Basado en AOAC 17th 984.13	Proteína	2.96 %
Folch Modificado	Grasa	0.04 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 930.15	Humedad	83.62 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 942.05	Ceniza	0.03 %
AOAC 978.1	Fibra	1.21 %
Clegg-Antrone	Carbohidratos totales	5.62 %
Codex CAC-GL2-EN (calculo)	Energía	34,32 Kcal/100g 143.59(kj/100g)
AOAC 968.08	Hierro	2.08 mg/kg
AOAC 965.17	Fosforo	467.37 mg/kg
AOAC 927.02	Calcio	320.27 mg/kg
AOAC 975.03	**Magnesio	266.51 mg/kg
AOAC 986.16	**Potasio	0.13 mg/kg
AOAC 965.09	**Sodio	41.44 mg/kg

Fuente: Tannya Constante

CAPÍTULO VII

MAÍZ HIDROPÓNICO PIONNER P3862

Autor
MVZ. Ana Ullauri Bastidas



www.mawil.us

Análisis de peso de materia fresca (lb)

Con tres densidades de siembra 1,2lb, 1,5lb y 2,4lb se hizo un análisis de varianza y Test de Duncan con ayuda del software estadístico INFOSTAT teniendo como resultado diferencia significativa en altura de planta entre las densidades de 1,2lb y 1,5lb con un CV de 18,32%. Teniendo una mayor altura de planta de 22,2cm con la densidad de 1,2 lb.

Análisis de Altura de planta (cm)

Repeticiones	Tratamientos		
	1,5 Lb	2,4 Lb	1,2 Lb
1	20,1	23,2	21,4
2	23,9	11,6	23,5
3	18,7	16,4	23,7
4	15,9	21,5	19,9
5	16,2		17,3
6	14,6		23,6
7	17,2		23,7
8	12,2		24,5
Promedios	17,3	18,2	22,2

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA (cm)	20	0,32	0,24	18,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	102,28	2	51,14	4,03	0,0370
TRATAMIENTOS	102,28	2	51,14	4,03	0,0370
Error	215,89	17	12,70		
Total	318,17	19			

Fuente: Jeniffer Ana Ullauri Bastidas

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA (cm)	20	0,32	0,24	18,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	102,28	2	51,14	4,03	0,0370
TRATAMIENTOS	102,28	2	51,14	4,03	0,0370
Error	215,89	17	12,70		
Total	318,17	19			

Fuente: Jeniffer Ana Ullauri Bastidas

Análisis de test de duncan

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 12,6993 gl: 17

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T3: 1,2 LB	22,20	8	1,26 A
T2: 2,4 LB	18,18	4	1,78 A B
T1: 1,5 LB	17,35	8	1,26 B

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

Fuente: Jeniffer Ana Ullauri Bastidas

Análisis de Altura de planta

Con tres densidades de siembra 1,2lb; 1,5lb y 2,4lb se hizo un análisis de varianza y Test de Duncan con ayuda del software estadístico INFOSTAT teniendo como resultado diferencias significativas en peso de materia fresca entre las densidades de 1,2lb y 2,4lb como también en 1,5lb y 2,4lb con un CV de 20,55 %. Teniendo mejor ganancia de peso con la densidad 2,4 lb.

Análisis de peso de materia fresca (lb)

Repeticiones	Tratamientos		
	1,5 Lb	2,4 Lb	1,2 Lb
1	3,5	5,8	2,4
2	2,8	2,9	3,0
3	2,8	4	3,0
4	3,8	4,8	2,4
5	2,6		2,1
6	3,0		3,0
7	3,5		3,2
8	2,4		2,8
Promedios	3,05	4,4	2,7

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO MATERIA FRESCA (lb)	20	0,50	0,45	20,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,41	2	3,71	8,62	0,0026
TRATAMIENTOS	7,41	2	3,71	8,62	0,0026
Error	7,31	17	0,43		
Total	14,72	19			

Fuente: Jeniffer Ana Ullauri Bastidas

Análisis de test de duncan

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4298 gl: 17

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2: 2,4 LB	4,38	4	0,33 A
T1: 1,5 LB	3,05	8	0,23 B
T3: 1,2 LB	2,74	8	0,23 B

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

Fuente: Jeniffer Ana Ullauri Bastidas

Análisis de los resultados bromatológicos

El examen bromatológico del forraje maíz hidropónico Pioneer P3862 dio como resultado un porcentaje bajo de proteína de 2,24% y fibra de 1.28 % que junto con el balanceado podría ser usado en zonas que carecen de alimento en ciertas épocas del año para cubrir el déficit alimenticio de los animales destinados a producción.

Resultado de análisis Bromatológico

MÉTODO	PARAMETRO	RESULTADOS
POE-UBA-01 Basado en AOAC 17th 984.13	Proteína	2.24 %
Folch Modificado	Grasa	0.02 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 930.15	Humedad	84.81 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 942.05	Ceniza	0.29 %
AOAC 978.1	Fibra	1.28 %
Clegg-Antrone	Carbohidratos totales	8.72 %
Codex CAC-GL2-EN (calculo)	Energía	44,02 Kcal/100g
AOAC 968.08	Hierro	1.87 mg/kg
AOAC 965.17	Fosforo	505.05 mg/kg
AOAC 927.02	Calcio	264.99 mg/kg

AOAC 975.03	**Magnesio	204.82 mg/kg
AOAC 986.16	**Potasio	0.11 mg/kg
AOAC 965.09	**Sodio	40.26 mg/kg

Fuente: Jeniffer Ana Ullauri Bastidas

CAPÍTULO VIII

EL POLLO CAMPERO

Autor

MVZ. Diego Casignia Coox



www.mawil.us

A lo largos de los últimos años, la avicultura es el sector pecuario que más avances tecnológicos ha tenido a nivel mundial. La industria avícola es la que más futuro tiene a pesar de la desaceleración económica que se ha presentado en los últimos años. (Betancourt Rodríguez, Susana Andrea 2017)

La crianza de pollos en el Ecuador tiene sus inicios desde la época de la llegada de los españoles, al inicio las aves se criaban en establecimientos agrícolas como una adición de la producción agrícola, para obtener huevos y carne para la alimentación del grupo familiar, mientras que el excedente se vendía. No existían construcciones o dormideros, las aves dormían a la intemperie y en algunos casos se refugiaban en los árboles. Se alimentaban con granos de maíz, trigo, hierba y otros alimentos y vivían en plena libertad. Solo hace una década atrás la población de aves criadas en campo era de 9,7 millones (entre gallos, gallinas y pollos) los cuales se distribuían de la siguiente manera: En la sierra se registró el 49% de la población, en la Costa el 40%, en el Oriente y Galápagos el 11%, según el Censo Nacional Agropecuario del año 2000. (Valdospinos & Villa, 2013).

Según datos de la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), actualmente se estima una población de 200 millones de aves, con una producción de 108 mil toneladas métricas de huevos y 406 mil toneladas métricas de carne. El crecimiento alcanzado en el periodo comprendido entre el año 1.990 y el año 2.009, es de 193% y el 588% respectivamente. (Sánchez, 2013)

Las aves utilizadas mayoritariamente corresponden a híbridos, cruces de distintas razas, estirpes y líneas (llamadas cruce “industrial”), siguiendo planes de selección confeccionados por empresas de genética internacionales, que optimizan el resultado productivo manteniendo un alto equilibrio con la salud y la seguridad. (Izquierdo Dolors 2009).

El pollo Campero es un cruzamiento de razas productoras de carne con menor velocidad de crecimiento que las estirpes utilizadas en la producción de pollos parrilleros. Más allá de la menor velocidad de crecimiento que ostenta este tipo de ave respecto al pollo estándar comercial, su conformación posee relevancia

debido a que su finalidad es la producción de carne y este es un carácter íntimamente relacionado con el programa de selección aplicado a los reproductores. (Sindik, y otros, 2012).

Muestra Animal de la investigación



Fuente: Diego Casignia

Características de los pollos camperos

Son aves con características genéticas diferentes a las de los pollos parrilleros, con lento crecimiento de alrededor de 75 a 85 días para alcanzar su peso óptimo, de plumaje colorado, de alimentación variada y que se crían en sistemas semi-intensivos que combinan el uso de galpones con espacio exterior. (Velasategui, 2009)

Diferencias del Pollo Campero vs Pollo Industrial

El pollo campero se diferencia de otros pollos por las siguientes características:

- Morfológicamente se diferencia por el color del plumaje, al ser éste de color rojo o caoba en el pollo campero. Con pigmentación amarilla de la piel.
- Es un ave de crecimiento lento y armonioso, basado en razas tales como: New Hampshire, Rhode Island Red, Bresse, Plymouth Rock Barrado, etc.
- La alimentación es menos intensiva y más natural, lo que favorable-

mente se beneficia la calidad de su carne. (Quiles & Hevia, 2004).

Alimentación

En líneas generales la alimentación se caracteriza por un menor contenido energético y mineral que en el cebo del pollo industrial. La alimentación está fundamentada, mayoritariamente, en dietas a base de cereales (donde el maíz supone el 60% de los cereales) y exentas de materias primas y cualquier tipo de aditivo que pueda actuar como promotor del crecimiento y/o alterar las características organolépticas de la carne. La ingesta de grasa no debe suponer más del 5% de la alimentación. Además, a estos animales en régimen de semilibertad se les suministra maíz en el suelo de los parques; a lo que habría que añadir el consumo esporádico de hierba e invertebrados.

La administración de prebióticos en la alimentación de pollos puede promover una mejora substancial en la salud de los (Buahom, Siripornadulsil, & Siripornadulsil, 2018).

Debido a la rusticidad del pollo campero y su alimentación variada es viable alimentar con hierba, insectos y granos durante un periodo prolongado de crianza de las aves, específicamente en su etapa de engorda. Por tales motivos complementar la dieta de estas aves con forraje hidropónico de maíz sería una alternativa alimenticia para valorar su rendimiento de peso o valorar la calidad, sabor de la carne. (Dottavio, y otros, 2017).

Requerimientos Nutricionales del Pollo Campero

NUTRIENTE	REQUERIMIENTO		
	Iniciador	Crecimiento	Engorde
PROTEÍNA	18,50%	17,50%	6,00%
CALCIO	0,96%	0,77%	0,85%
FOSFORO DISPONIBLE	0,44%	0,38%	0,38%
ENERGÍA METABOLIZABLE	2800 kcal	2800 kcal	2800 kcal

METIONINA + CISTINA	0,72%	0,67%	0,60%
LISINA	0,94%	0,81%	0,75%

Fuente: (Velastegui, 2009)

Instalaciones

El pollo campero es un ave alimentada en forma natural, de carne firme y sabrosa. Para producirlo se pueden utilizar los mismos galpones que para la cría de los pollos parrilleros tradicionales. La forma clásica es la de un tinglado a dos aguas de 10 metros de ancho. El largo depende de la cantidad de aves que se deseen criar, pero lo recomendable es una densidad de 8 a 10 pollos por metro cuadrado. Las dimensiones del galpón dependen básicamente del número de animales que se desee tener, de la topografía del terreno y de los materiales disponibles (Dottavio, Alvarez, Librera, Canet, & Di Masso, 2009).

Instalaciones para la cría de la Muestra Animal



Fuente: Diego Casignia

Control de temperatura

La fuente de calor para los pollitos proviene del cuerpo de una gallina clue-

ca; en la cría artificial es el hombre quien tiene que suministrar ese calor. Por ello, en este punto se debe resaltar que el avicultor es la clave del éxito. Los pollitos no tienen la capacidad de regular su temperatura corporal durante los primeros 12 a 14 días de edad. (Aviagen, 2014).

Control de temperatura para aves de producción

Edad (días)	Temperatura para Crianza °C (°F)
Un día	32 (90)
3	30 (86)
6	28 (82)
9	27 (81)
12	26 (79)
15	25 (77)
18	24 (75)
21	23 (73)
24	22 (72)
27	20 (68)

Fuente: (Aviagen, 2014)

Enfermedades que afectan a las aves

Entre las enfermedades endémicas que más afectan a las aves en el Ecuador se encuentra el Newcastle, que en algunos casos puede generar grandes pérdidas económicas causadas por alta mortalidad, entre los factores que predisponen a el contagio de esta patología es la distancia entre centros de producción no menos de 300 m. (Wiseman,A., Berman, E., & Klement,E., 2018), además existen otras enfermedades como la bronquitis infecciosa que causan problemas respiratorios disminuyendo los índices de producción por lo que es necesario la vacunación en los primeros días de vida para proteger aun cuando los niveles de inmunidad innata sean altos.(Yang, X., Li, J., liu, H., Zhang, P., Chen, D., Men, S.,... Whang, H., 2018)

Cuidados Inmunológicos a la Muestra Animal



Fuente: Ricardo Alvarez

Calendario de vacunación

La vacunación es una actividad mediante la cual se les aplica a las aves diferentes vacunas, lo que le proporciona a su cuerpo que produzcan anticuerpos para defenderse ante virus o bacterias que les podría ocasionar algún malestar o incluso la muerte (Sesa, 2015)

Es debido a esto que el uso de vacunas en los distintos ciclos de vida de las aves logra crear una barrera inmunológica lo que les permiten combatir contra bacterias, virus y protozoos endémicos (Zhang, P., Wang, j.; Wang, W., Liu, X., Liu, H., Li, X., & Wu, X., 2017).

Mortalidad

La mortalidad de las aves puede estar influenciada por muchos factores, entre los principales se encuentran el manejo, la alimentación y el medio ambiente, estos factores son los principales desencadenantes de enfermedades que puede ocasionar la muerte de los animales de producción. Por tal motivo para evitar este problema se trata de atacar estos puntos principales para evitar bajas en la producción. (Najjari, 2017)

Medición del comportamiento productivo de la Muestra Animal



Fuente: Ricardo Alvarez

Indicadores bioproductivos

Los indicadores bioproductivos se definen como aquellas variables que nos arrojan datos los cuales nos permiten medir el comportamiento productivo de cualquier producción. (Ciro, Galeano, & Ortiz, 2015). Las variables de que se utilizan para el estudio de producciones aviares son las siguientes: producción de huevos, peso corporal, porcentaje de producción, toma de pesos, porcentaje de mortalidad, conversión alimenticia, consumo de alimento. (Jerez, Reyes, Carrillo, Villegas, & Segura, 2009)

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación entre el alimento que consume con el peso que gana. Por ejemplo, si se usan cuatro kilos de alimento para producir dos kilos de carne, la conversión alimenticia es 2.00 (4 kilos divididos por 2 kilos). Es evidente que cuanto menor sea la conversión más eficiente es el animal. (Casamachin, Ortiz, & López, 2007).

Propiedades organolépticas

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos (Hernandez, 2005).

Las características organolépticas se definen como las propiedades de los alimentos capaces de producir distintas impresiones en los sentidos.

Para medir las propiedades de la carne del pollo, se suele utilizar dos métodos de preparación: el cual consiste el primero en cocción de la carne en agua a 100 °C por 15 min sin ningún tipo de condimento. Y el segundo por medio de horno o estufa a 100 °C por 20 min sin ningún tipo de condimento.

Propiedades Organolépticas de la carne de pollo

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además, la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing). (Hernandez, E. 2005)

Esta es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones hacia las características de los alimentos y materiales. (Lawless H, Horne J, Chapman K. 2004).

Características Sensoriales

Al consumir un alimento se estimulan diferentes sentidos:

- Estímulos visuales: color, forma, brillo del alimento.

- Estímulos táctiles percibidos con la superficie de los dedos y el epitelio bucal: características rugosas, suaves, ásperas, líquidos, geles, jugosos, fibroso, grumoso, harinoso, grasosos, etc.
- Estímulos olorosos percibidos por el epitelio olfativo: aromático, fétido, ácido
- Estímulos auditivos: crujientes, burbujeante
- Estímulos gustativos percibidos por las papilas gustativas: dulce, salado, agrio, ácido. La evaluación sensorial también nos proporciona información sobre la calidad de los alimentos evaluados y las expectativas de aceptabilidad de parte del consumidor. (Etaio I, Pérez FJ, Albisu M, Salmerón J, Ojeda M, Gastón E. 2007)

Evaluación sensorial



Fuente: Haideé Alvarado

Clasificación y objetivos de la evaluación sensorial

Existen tres tipos de pruebas sensoriales, las cuales se aplican de acuerdo al objetivo o aspecto que queremos evaluar en el alimento o preparación:

Clasificación de las pruebas sensoriales

Clasificación	Objetivo	Preguntas de interés	Tipo de prueba	Características de panelistas
Discriminativa	Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor	¿Existen diferencias entre los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, orientados al método usado, algunas veces entrenados
Descriptivas	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales	¿En qué tipos de características específicas difieren los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial y motivación, entrenados o altamente entrenados
Afectiva	Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto	¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?	Hedónica	Reclutados por uso del producto, no entrenados

Fuente: (Hantoro, 2010)

Indicadores:

1. Apariencia: Aspecto exterior del alimento.
2. Aroma: Percepción de sustancias volátiles odoríficas que llegan al área olfatoria al deglutir el alimento.
3. Color: Efecto de los rayos de luz que entran en el ojo a través de la pupila y son concentrados por la córnea y el cristalino para formar una imagen en la retina.
4. Sabor: Sensación que se produce en la cavidad bucal y se localiza en las papilas gustativas, que contienen células sensitivas.
5. Textura: Efecto que percibimos de los elementos estructurales de los alimentos, cuando los sometemos a deformaciones mecánicas. (Corti, 2013).

Para evaluar el nivel de satisfacción que experimentan los catadores al momento de degustar la preparación realizada con la carne de pollos, se utilizará una escala de preferencia de 5 puntos que representa desde desagrado total hasta agrado completo, siendo categorizada de la siguiente manera:

Medidas de categorización de las variables organolépticas.

• Me disgusta mucho. (1)
• No me gusta. (2)
• Me resulta indiferente. (3)
• Me gusta. (4)
• Me gusta mucho. (5)

Fuente: (Corti, 2013)

Color

Es uno de los primeros criterios que tiene en cuenta el consumidor a la hora de comprar el producto. Se utilizan dos métodos para medir el color:

- Químico: se determina el contenido de pigmentos en la carne.
- Instrumental: mediante la utilización de un colorímetro que considera el color como una característica tridimensional, que consta de atributos de claridad, tono y saturación

El colorímetro evalúa los parámetros de color así: L*= claro (Luminosidad), a*=rojizo (coordenada rojo-verde), y b*=amarillento (coordenada amarillo-azul). La determinación se realiza en la parte superior de cada pechuga derecha (músculo pectoralis mayor) y tras eliminar la piel. La carne cruda de aves puede variar de blanco azulado a amarillo, todos estos colores son normales y están directamente relacionados con la especie, el ejercicio, edad y/o a la dieta. Las aves más jóvenes tienen menos grasa debajo de la piel, lo cual puede resultar en un color azul, y una piel amarilla puede ser el resultado de pigmentos en la alimentación. (Gómez Portilla & Gómez Oviero, 2013)

Evaluacion del color



Fuente: Haideé Alvarado

Sabor y olor

Se define como el conjunto de percepciones de estímulos olfato-gustativos, que permite a un sujeto identificar un alimento y establecer un criterio, a distintos niveles, de agrado o desagrado. El sabor, es el resultado de la estimulación durante la degustación de dos sentidos: El olfato y el gusto. El olor está inducido por compuestos volátiles del alimento, los cuales estimulan los receptores olfativos a nivel retronasal, mientras que el sabor generalmente está inducido por compuestos solubles en agua de mayor peso molecular, que estimulan los receptores gustativos de la boca. La percepción del sabor depende a su vez de las propiedades táctiles y térmicas del alimento y de la sensación en la boca (jugosidad, astringencia, entre otros)(Gómez Portilla & Gómez Oviero, 2013)

Apariencia

Se percibe por medio del sentido de la vista. Incluye el color que es la propiedad más característica de un alimento; la apariencia constituye un parámetro muy importante al considerar la aceptación de un producto.

Regularmente se dice que la comida entra por los ojos por lo que la apariencia constituye un parámetro muy importante al considerar la aceptación de un producto. (Cabrera, 2006)

Calidad de la carne de pollo

La calidad de la carne es la suma de las características de un producto alimenticio, dado que influyen su aceptabilidad o preferencia por el consumidor (Gomez, M & Gomez, N. 2013)

Parámetros de la calidad de la carne de pollo

	Acceptable	No Acceptable
Apariencia		
Color de la carne	Rojo/Rosado	Marrón, gris, verde
Grasa de la carne	Blanco	Amarillo
Textura	Firme	Suave, blanda y seca
Goteo	Ninguno	Cualquier exudado
Palatabilidad		
Terneza	Suave	Blanda, dura
Sabor	Característico	Rancio
Jugosidad	Apreciable	Sabor ácido

Fuente: (Hantoro, 2010)

Textura

Se percibe por medio del sentido de la vista, el tacto por medio de la piel y la lengua y también como consecuencia del esfuerzo muscular ejercitado por la mordida al momento de probar el alimento y del oído que sus terminaciones nerviosas permiten apreciar el movimiento de las ondas sonoras con las que se perciben ciertas características de textura. La sensación al tacto del producto final puede ser liso, rugoso, áspero, granuloso, jugoso, seco, otros (Cabrera, 2006).

La textura está relacionada con el espesor de las fibras musculares y del teji-

do conectivo o perimio que rodea a cada una de ellas. Ambas están influenciadas por muchos factores, entre los cuales es importante destacar las propiedades internas musculares, tales como: resolución del rigor, capacidad de retención de agua, contenido intramuscular de grasa y de tejido conectivo.

Las evaluaciones objetivas de textura son complejas debido a que deben reflejar la acción de la boca, lengua, mandíbulas y dientes durante la masticación, corte, rasgado, molido y compresión del alimento. Las características de textura en estos incluyen las propiedades mecánicas de dureza, cohesividad, adhesividad, fracturabilidad y viscosidad entre otras, así como también parámetros geométricos, contenido de grasa y humedad. (Gómez Portilla & Gómez Oviero, 2013)

CAPÍTULO IX

METODOLOGÍA DE ESTUDIO DEL POLLO

CAMPERO

Autor

MVZ. Diego Casignia Coox

MVZ. Ricardo Alvarez plaza

Dra. Haydee Alvarado Alvarado MSc. Ing.

Dra. Zoila Luna Estrella MSc.

Dr. Carlos Jaime Huilcapi P.H.D.



www.mawil.us

Debido a que esta investigación es de tipo experimental, las técnicas que se utilizaron para dicho proceso fueron:

- Evaluación de peso semanal y acumulado.
- Evaluación de mortalidad semanal y acumulada.
- Evaluación de consumo de alimento semanal y acumulado.

Diseño de la investigación

Para la presente investigación se utilizó un diseño al azar con sistema factorial de réplicas donde se trabajó con cinco tratamientos, y cuatro replicas, cada replica estuvo constituida por 10 aves, lo que llevaría a un total de 40 aves por tratamiento y 200 aves para el trabajo de investigación en un tiempo total de 12 semanas.

Distribución de las muestras de control



Fuente: Diego Casignia

Para realizar el análisis estadístico de la presente investigación se utilizaron dos softwares, el INFOSTAT para la parte estadística cuantitativa (conversión alimenticia), y IBM SPSS para la estadística cualitativa (sensorial organoléptica) con una estadística multivariada (MANOVA) con cuatro métodos estadísticos: Traza de Pillai, Lambda de Wilks, Traza de Hotelling y Raíz mayor de Roy. Debido a que el trabajo fue experimental se utilizó una estadística no probabilística, por ello el diseño fue de bloques distribuidos completamente al azar con

sistema factorial.

Tipo de investigación

El presente trabajo es de tipo experimental exploratorio, donde se usaron aves tipo camperas a las cuales se les complementó la alimentación con diferentes porcentajes de forraje de maíz hidropónico (FMH) durante una parte del periodo de crecimiento y una parte del periodo de engorde que duró 28 días.

Número de tratamientos

Para el estudio se utilizaron 5 grupos distribuidos en 4 tratamientos y un grupo control, representados de la siguiente manera:

Grupo 1(A): alimentación más complementación del 5% de FMH.

Grupo 2 (B): alimentación más complementación 8% de FMH.

Grupo 3(C): balanceado más complementación del 10% de FMH.

Grupo 4(D): alimentación más complementación del 12% de FMH.

Grupo 5 Testigo (T): alimentación sin complementación de FMH.

Tenemos 4 repeticiones por cada tratamiento y grupo control

Cada repetición está conformada por un grupo de 10 animales lo cual nos da 40 animales por tratamientos y 40 animales del grupo control. Trabajando con una totalidad de 200 aves.

Materiales

Tiras de madera, Cuartones de madera, Malla tipo sarán, Taladro eléctrico, Clavos de madera y cemento, Alambre retorcido y acerado #18, Flexómetro de 30 m, Machete, Martillos, Cascarilla de arroz o tamo, Tijeras, Lápiz, Lona de saco de 25 m x 2,5 m, Bomba de fumigar de 15 lt, Malla plástica verde de 1 m x 25 m, Cable N° 14 para conducción de luz, Boquillas de focos, 4 focos de 100 w., 2 interruptores, 1 tanque de gas, Calentadores a gas, Detergente, Flameador, Balanza electrónica de 200 lb de capacidad, 12 comederos de tolva, 12 bebeder-

os automáticos, 1 tanque de agua de 20 gal, 20 m Mangueras, 25 m de Piola, 1 amoladora 11000RPM.

Materiales de siembra

Invernadero previamente equipado con sistema de riego por aspersión, 60 kg Semillas de maíz Hibrida trueno, Agua potable, Gaveta plástica para lavado de semilla, Bandejas de 45.7 x 33 y 3 cm de profundidad, Bomba de fumigar 15 lt., Humus y azufre, Hipoclorito de Sodio.

Materiales de estudio

Vacunas, 120 pollos camperos, Alimento balanceado inicial, Alimento balanceado final.

Variables en estudio

Bioproductivos:

- Rendimiento a la canal: el rendimiento a la canal se lo obtiene de la siguiente manera: pesando los pollos vivos antes del faenado, para luego proceder a faenar a los pollos, donde se desangra al ave y se procede a desplumar, luego se procede a retirar vísceras, patas y cabeza, a continuación, se pesa la canal del pollo y por diferencia del peso vivo inicial, se obtiene el porcentaje.

$$\text{Rendimiento a la canal \%} = \frac{\text{peso a la canal} * 100}{\text{peso en vivo}}$$

Para las muestras se utilizaron el 10% de las aves de cada tratamiento experimental y los resultados se promediaron.

- Mortalidad: para la mortalidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{mortalidad \%} = \frac{\text{aves iniciales} - \text{aves finales}}{\text{aves iniciales}} * 100$$

- Conversión alimenticia: para el índice de conversión acumulada se utilizó la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{\text{consumo de alimento total}}{\text{peso final}}$$

Para la ganancia media diaria se utilizó la siguiente fórmula:

$$GMD = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{numero de dias de alimentación}}$$

Características organolépticas:

Para la evaluación de las variables organolépticas se utilizó la siguiente tabla de escalas la cual fue utilizada para valorar los resultados de las muestras. Las muestras fueron analizadas y valoradas por 10 catadores.

• Me disgusta mucho. (1)
• No me gusta. (2)
• Me resulta indiferente. (3)
• Me gusta. (4)
• Me gusta mucho. (5)

Instalaciones para las aves

El galpón ubicado en la FMVZ de la Universidad de Guayaquil cuenta con una estructura de metal bien ventilado y con techo de zinc, los cubículos fueron ensamblados con materiales de fácil obtención y económicos (tablas de madera).

Estructura para la distribución de las muestras



Fuente: Diego Casignia

El galpón tiene una capacidad de albergar hasta 500 aves (pollos broiler). Las paredes laterales del galpón están selladas con malla de acero, para evitar el ingreso de animales silvestres y predadores. Se requirió limpiar y desinfectar el galpón previo a su uso y equiparlo adecuadamente según el diseño estructurado para el estudio.

Se procedió a ensamblar la estructura y dejar todo preparado para el ingreso de las aves siguiendo los parámetros de manejo (Aviagen, 2014).

Instalación de la Muestra Animal



Fuente: Diego Casignia

Al recibir los pollos se procedió con su pesado, lo cual arrojó un peso promedio de 33 g, estas aves constaban con apenas 12 horas de nacidas. Antes del ingreso de las aves al galpón este ya se mantenía adecuado con horas de anticipación, se tenía preparada la cama, la alimentación, el agua y la temperatura para no ocasionar ningún estrés en las aves.

Al momento de ingresar las aves al galpón se procedió con la vacunación pertinente (revisar tabla de vacunaciones). Se mantiene durante las dos primeras semanas el galpón cerrado con constante vigilancia las 24 horas del día, con el fin de mantener regulada la temperatura de confort para evitar enfermedad y estrés de temperatura en las aves. Se realizó tomas de pesos de las aves por semana para medir su desarrollo, y se continuó con los cronogramas de vacunaciones planteados hasta la cuarta semana.

Distribución de la Muestra Animal



Fuente: Diego Casignia Coox

Una vez que las aves alcanzaron los 28 días de edad, fueron separadas en tres grupos con cuatro repeticiones para cada grupo, cada repetición constó de 10 animales, los cuales se manejaron con una densidad de 8 aves por metro cuadrado. Es importante indicar que los grupos y sus repeticiones tuvieron una distribución dentro del galpón completamente al azar. Los grupos fueron denominados de la siguiente manera:

Grupo A, Grupo B, Grupo C, Grupo D, Grupo T testigo o control, los cuales se describen a continuación:

Grupo A: A este grupo se le proporcionó alimento balanceado comercial de engorda más complementación de forraje hidropónico de maíz, el cual fue cortado en partículas pequeñas de no más de 0,5 cm de diámetro, este complemento se administró al 5%.

Grupo B: A este grupo se le proporcionó alimento balanceado comercial de engorde más complementación de forraje hidropónico de maíz, el cual fue cortado en partículas pequeñas de no más de 0,5 cm de diámetro, este suplemento se administró al 8%.

Grupo C: A este grupo se le proporcionó alimento balanceado comercial de engorde más complementación de forraje hidropónico de maíz, el cual fue cortado en partículas pequeñas de no más de 0,5 cm de diámetro, este suplemento

se administró al 10%.

Grupo D: A este grupo se le proporcionó alimento balanceado comercial de engorde más complementación de forraje hidropónico de maíz, el cual fue cortado en partículas pequeñas de no más de 0,5 cm de diámetro, este suplemento se administró al 12%.

Grupo T testigo o control: A este grupo se le proporciono alimento balanceado comercial de engorde sin la complementación de forraje hidropónico de maíz.

Características de los cubículos de estudio.

Los cubículos fueron diseñados pensando en el espacio vital para los pollos el cual era de 8 aves X m².

Diseño de los cubículos de estudio



Fuente: Diego Casignia

Para el estudio se necesitó un total de 20 cubículos los cuales constaban las siguientes dimensiones:

1.20 m de largo X 0.8 m de ancho, con una altura de 1m y una cama de 20

cm de espesor.

Cada cubículo constaba con un bebedero automático y un comedero de campana.

CAPÍTULO X

Resultados de estudio de los pollos camperos

Autor:

MVZ. Diego Casignia Coox

MVZ. Ricardo Alvarez plaza

Dra. Haydee Alvarado Alvarado MSc. Ing.

Dra. Zoila Luna Estrella MSc.

Dr. Carlos Jaime Huilcapi P.H.D.

Ing. Agr. Freddy Gavilánez Luna P.H.D.



www.mawil.us

Pesos iniciales de las aves en el experimento

Los pesos de las aves desde el inicio hasta la cuarta semana se las pueden visualizar en el Gráfico 4 y Tabla 24 donde se logra ver un acelerado crecimiento en la última semana, pero se mantiene casi igual en las dos primeras semanas.

Pesos promedios de aves en las 4 primeras semanas de vida

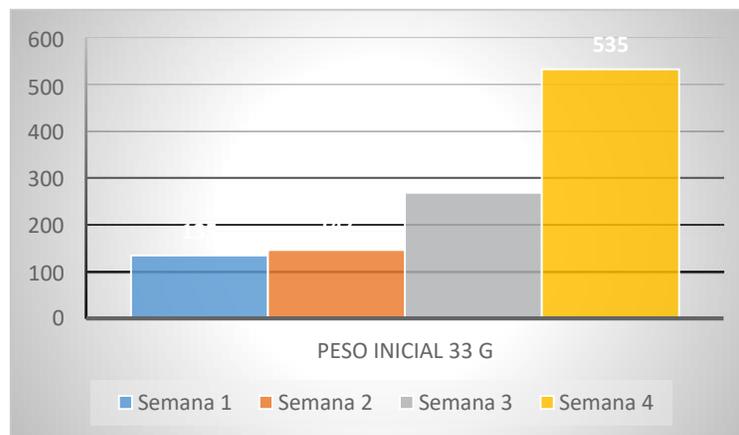
Peso inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
33 g	135 g	147 g	270 g	535 g

Fuente: Casignia Coox Diego

Pesos promedios de aves en las 4 primeras semanas de vida

Peso inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
33 g	135 g	147 g	270 g	535 g

Fuente: Casignia Coox Diego

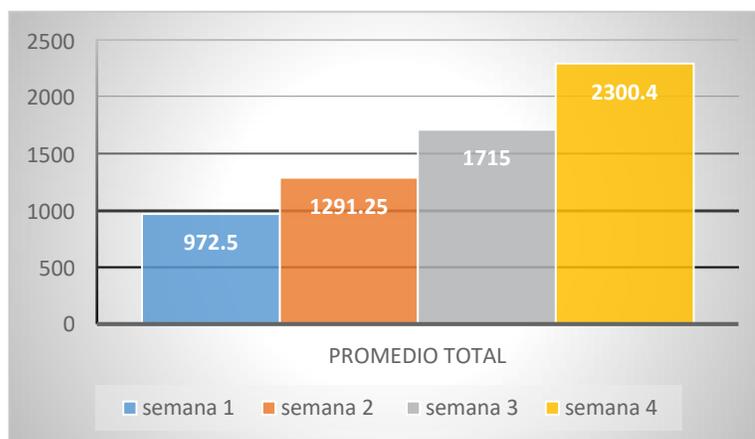


Pesos de las aves en el experimento a partir de la complementación al 5% con Forraje de Maíz Hidropónico

Promedios de pesos en las 4 semanas de experimento al 5%

Grupos A 5%	R1	R2	R3	R4	Σ	Promedio total
Semana 1	1015	947,5	945	982,5	3890	972,5
Semana 2	1330	1265	1280	1290	5165	1291,25
Semana 3	1785	1685	1655	1735	6860	1715
Semana 4	2416,7	2200	2265	2320	9201,7	2300,4

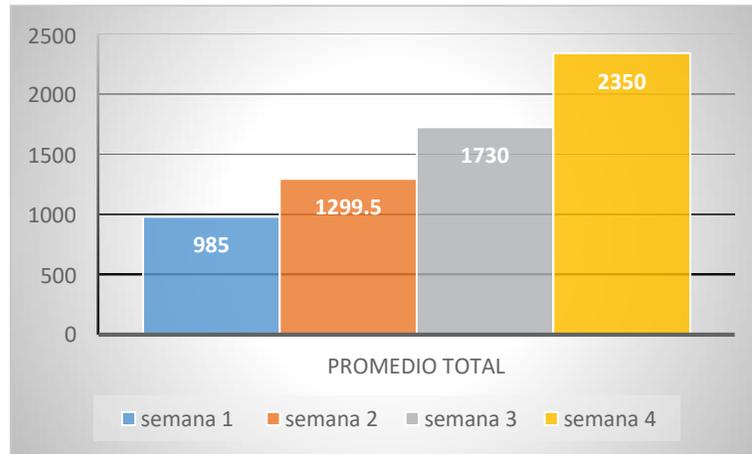
Fuente: Casignia Coox Diego



Promedios de pesos en las 4 semanas de experimento al 8%

Pesos de grupo B 8%	R1	R2	R3	R4	Σ	Promedio total
Semana 1	1020	942,5	992,5	985	3940	985
Semana 2	1320	1255	1303	1320	5198	1299,5
Semana 3	1745	1695	1735	1745	6920	1730
Semana 4	2335	2280	2330	2455	9400	2350

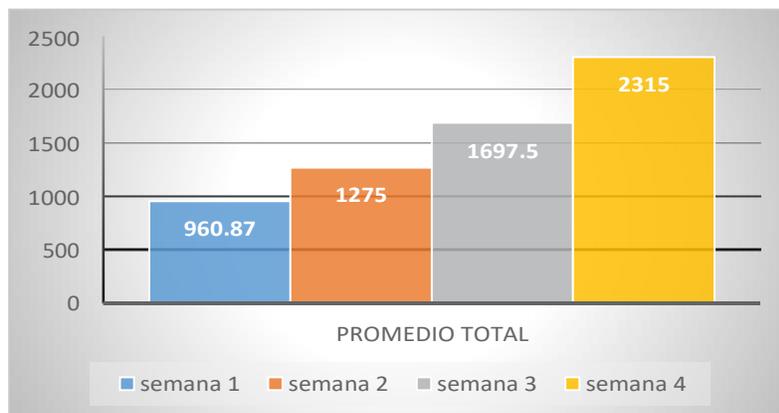
Fuente: Casignia Coox Diego



Promedios de pesos en las 4 semanas de experimento al 10 %

Pesos de grupo C 10%	R1	R2	R3	R4	Σ	Promedio total
Semana 1	880	947,5	970	922,5	3720	930
Semana 2	1175	1295	1300	1255	5025	1256,25
Semana 3	1560	1695	1715	1665	6635	1658,75
Semana 4	2110	2295	2360	2330	9095	2273,75

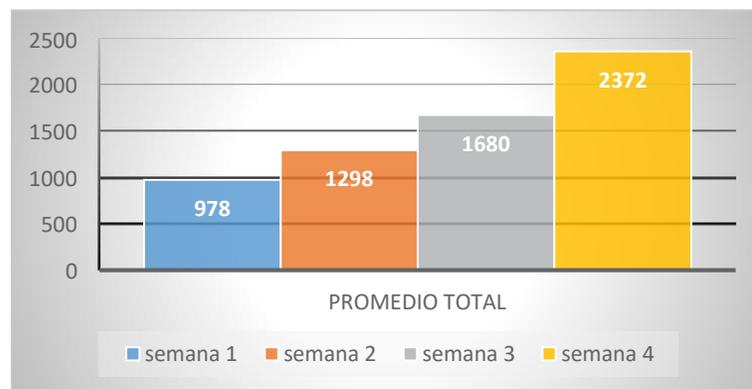
Fuente: Alvarez Plaza Ricardo



Promedios de pesos en las 4 semanas de experimento al 12 %

Pesos de grupo D 12%	R1	R2	R3	R4	Σ	Promedio total
Semana 1	935	965	972,5	971	3843,5	960,87
Semana 2	1260	1265	1295	1280	5100	1275
Semana 3	1695	1715	1710	1670	6790	1697,5
Semana 4	2365	2280	2370	2245	9260	2315

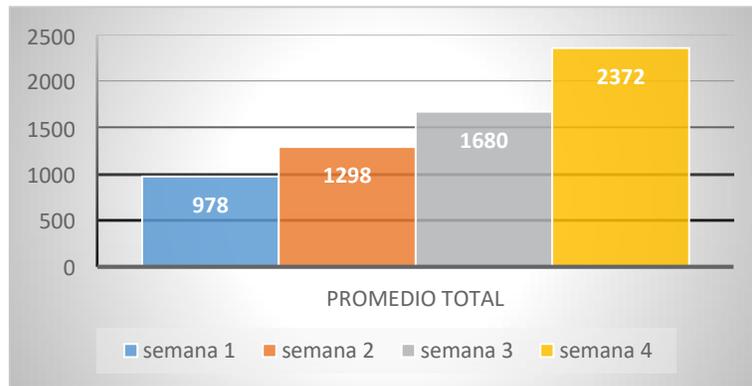
Fuente: Alvarez Plaza Ricardo



Promedios de pesos en las 4 semanas de experimento del grupo testigo

Pesos de grupo T	R1	R2	R3	R4	Σ	Promedio total
Semana 1	980	970	970	990	3910	978
Semana 2	1300	1300	1285	1305	5190	1298
Semana 3	1750	1778	1410	1783	6721	1680
Semana 4	2479	2367	2367	2278	9490	2372

Fuente: Casignia Coox Diego



Índice de conversión alimenticia

Ganancia media diaria (GMD) e índice de conversión acumulada (IC)

Grupo Investigación	GMD/gr	IC
T 0%	41,43	2,4
A 5%	40,10	2,4
B 8%	41,02	2,3
C 10%	39,61	2,4
D 12%	40,21	2,4

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo.

Rendimiento a la canal

En la siguiente tabla podemos visualizar el rendimiento a la canal, obtenido de las aves al momento de sacrificio en sus distintos tratamientos:

Rendimiento a la canal en las distintas muestras

% de inclusión	Rendimiento a la canal
Grupo A 5%	55,4%
Grupo B 8%	51,8%
Grupo C 10%	44,7%
Grupo D 12%	50%

Grupo T Tratamiento	58%
---------------------	-----

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez

Donde el grupo 5% obtuvo un 55,4%, el grupo 8% obtuvo un 51,8%, el grupo 10% obtuvo un 44,7%, el grupo 12% obtuvo un 50% y el grupo testigo un 58%.

Mortalidad

En las 4 primeras semanas de edad no se presentó ninguna patología ni muertes de los animales mostrando mortalidad del 0%.

En la 5ta semana de vida ya utilizando la complementación de forraje hidropónico de maíz no se observó muertes en los grupos de estudio mostrando mortalidad general de 0%.

A partir de la semana 6, 7 y 8 se pudo observar mortalidad, dando en total del 6%, enfocándose esta principalmente en el grupo testigo.

Análisis estadístico del desarrollo de las aves

Resultados estadísticos del peso de las aves

Peso de los pollos (g)							
N°	Concentración de FHM(%) (Factor A)	Periodos (Días) (Factor B)	Repeticiones	Promedios			
			I	II	III	IV	
1	Grupo A 5%	11/octubre	1015,0	947,5	945,0	982,5	972,5
2	Grupo A 5%	19/octubre	1330,0	1265,0	1280,0	1290,0	1291,3
3	Grupo A 5%	27/octubre	1785,0	1685,0	1655,0	1735,0	1715,0
4	Grupo A 5%	06/noviembre	2416,7	2200,0	2265,0	2320,0	2300,4
5	Grupo B 8%	11/octubre	1020,0	942,5	992,5	985,0	985,0

6	Grupo B 8%	19/octubre	1320,0	1255,0	1303,0	1320,0	1299,5
7	Grupo B 8%	27/octubre	1745,0	1695,0	1735,0	1745,0	1730,0
8	Grupo B 8%	06/no-viembre	2335,0	2280,0	2330,0	2455,0	2350,0
9	Grupo C 10%	11/octubre	880,0	947,5	970,0	922,5	930,0
10	Grupo C 10%	19/octubre	1175,0	1295,0	1300,0	1255,0	1256,3
11	Grupo C 10%	27/octubre	1560,0	1695,0	1715,0	1665,0	1658,8
12	Grupo C 10%	06/no-viembre	2110,0	2295,0	2360,0	2330,0	2273,8
13	Grupo D 12%	11/octubre	935,0	965,0	972,5	880,0	938,1
14	Grupo D 12%	19/octubre	1260,0	1265,0	1295,0	1280,0	1275,0
15	Grupo D 12%	27/octubre	1695,0	1715,0	1710,0	1670,0	1697,5
16	Grupo D 12%	06/no-viembre	2365,0	2283,3	2333,3	2244,4	2306,5
17	Grupo testigo	11/octubre	980,0	970,0	970,0	990,0	977,5
18	Grupo testigo	19/octubre	1300,0	1300,0	1285,0	1305,0	1297,5
19	Grupo testigo	27/octubre	1750,0	1777,8	1410,0	1783,3	1680,3
20	Grupo testigo	06/no-viembre	2478,6	2366,7	2366,7	2277,8	2372,4

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Análisis estadístico

Análisis de varianza

Variable N R² R² Aj CV
Peso (g) 80 0,99 0,98 4,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	20706990,90	22	941226,86	204,62	<0,0001
Concentración de maíz	37653,85	4	9413,46	2,05	0,1000
Fechas	20649919,30	3	6883306,43	1496,45	<0,0001
Concentración de maíz*Fech..	15535,36	12	1294,61	0,28	0,9901
Repeticiones	3882,39	3	1294,13	0,28	0,8386
Error	262186,61	57	4599,77		
Total	20969177,50	79			

TEST DE COMPARACIÓN DE DUNCAN PARA LAS CONCENTRACIONES DE FHM (MAÍZ)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 4599,7650 gl: 57

Concentración de maíz	Medias	n	E.E.
a2: grupo B 8%	1591,13	16	16,96 A
a5: grupo testigo	1581,93	16	16,96 A
a1: grupo A 5%	1569,79	16	16,96 A B
a4: grupo D 12%	1554,28	16	16,96 A B
a3: grupo C 10%	1529,69	16	16,96 B

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

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo.

TEST DE COMPARACIÓN DE DUNCAN PARA LAS FECHAS DE EVALUACIÓN.

Test:Duncan Alfa=0,05

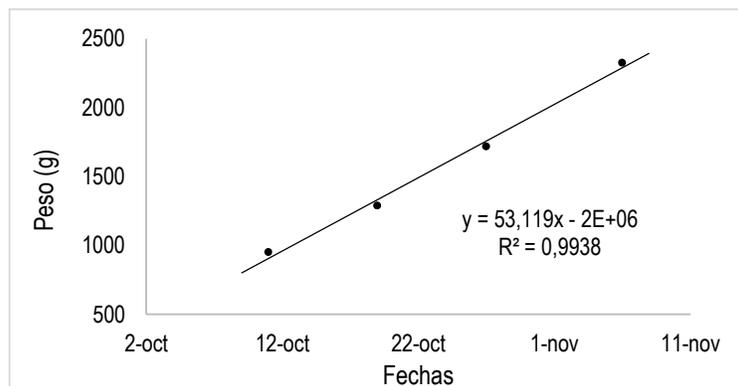
Error: 4599,7650 gl: 57

Fechas	Medias	n	E.E.
b4: 06/noviembre	2320,63	20	15,17 A
b3: 27/octubre	1696,31	20	15,17 B
b2: 19/octubre	1283,90	20	15,17 C
b1: 11/octubre	960,63	20	15,17 D

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

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza

Los tratamientos (concentraciones de FHM) no presentan diferencias significativas, a un máximo de 5% de probabilidad de error; sin embargo, al existir similitudes entre los promedios con respecto al tratamiento testigo, esto permite colegir que la alimentación puede ser sustituida hasta en un 12% FHM.



Durante el tiempo del estudio, el crecimiento obtenido en los pollos se ajusta a un modelo de regresión lineal, en la cual el incremento de peso diario fue de 53,1 g.

Análisis estadístico de las características sensoriales

Datos por cada cualidad sensorial

Análisis multivariado

Datos de Apariencia					
Repeticiones (Cata- dores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	4	2	4	4	4
2	3	3	4	4	3
3	4	4	4	4	3
4	3	4	4	4	3
5	4	4	4	4	4
6	3	4	4	4	3
7	3	4	4	4	3
8	3	3	4	3	3
9	4	3	4	4	2
10	3	4	4	4	4

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Datos de Olor					
Repeticiones (Ca- tadores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	5	4	5	4	4
2	5	5	5	4	4
3	4	5	5	4	4
4	5	5	5	4	4
5	5	4	5	4	4
6	4	3	5	4	2
7	3	3	5	3	2
8	3	3	5	4	3
9	4	4	5	4	3

10	3	4	5	4	3
----	---	---	---	---	---

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Datos de Color					
Repeticiones (Catadores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	4	3	4	4	4
2	4	4	4	3	3
3	4	3	4	4	3
4	4	5	5	3	4
5	3	4	3	4	4
6	4	3	4	4	4
7	3	4	4	3	3
8	3	3	4	3	3
9	3	3	4	4	4
10	4	3	4	5	4

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Datos de Consistencia.					
Repeticiones (Catadores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	4	3	4	4	4
2	4	4	5	4	4
3	4	4	4	3	3
4	4	4	5	4	3
5	4	4	4	4	3
6	4	4	4	4	3
7	4	4	4	3	3
8	4	3	4	4	3
9	4	4	4	4	3
10	3	3	4	4	2

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Datos de Sabor					
Repeticiones (Catadores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	5	4	5	4	4
2	5	4	5	4	3
3	4	5	5	4	3
4	4	5	5	4	4
5	5	4	5	5	4
6	4	4	5	4	4
7	3	4	5	3	2
8	3	4	5	4	4
9	4	4	5	4	3
10	4	4	5	5	3

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Datos de Aroma					
Repeticiones (Catadores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	4	3	4	4	3
2	4	4	4	4	3
3	4	4	5	4	3
4	4	4	4	4	3
5	4	4	4	4	3
6	4	3	5	4	2
7	3	4	4	3	2
8	3	3	4	4	3
9	3	3	5	4	3
10	3	3	4	3	3

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Datos de Textura					
Repeticiones (Catadores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	4	4	5	4	3
2	5	4	5	5	4
3	4	5	5	4	4
4	5	5	5	4	4
5	5	4	5	5	4
6	4	4	5	5	3
7	3	4	5	3	2
8	4	4	5	4	4
9	4	4	5	4	3
10	4	4	4	4	4

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Datos de Jugosidad					
Repeticiones (Catadores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	4	3	5	4	2
2	4	4	5	5	2
3	4	4	5	4	2
4	5	4	5	4	4
5	5	5	5	4	3
6	4	4	5	5	3
7	3	4	4	3	3
8	4	3	4	4	3
9	3	4	4	4	3
10	3	3	4	4	4

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Dada la relación existente en el criterio de las variables Apariencia, Olor,

Color, Consistencia, Sabor, Aroma, Textura y Jugosidad, la valoración estadística correspondiente realizada es un Análisis de varianza multivariado (MANOVA) considerando estas ocho variables. Este resultado es que se detalla a continuación:

Análisis de varianza multivariado para las variables Apariencia, Olor, Color, Consistencia, Sabor, Aroma, Textura y Jugosidad

Contrastes multivariados^a

Efecto	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Sig.	
Intersección	Traza de Pillai	,997	1102,334 ^b	8,000	29,000	,000
	Lambda de Wilks	,003	1102,334 ^b	8,000	29,000	,000
	Traza de Hotelling	304,092	1102,334 ^b	8,000	29,000	,000
	Raíz mayor de Roy	304,092	1102,334 ^b	8,000	29,000	,000
Tratamientos	Traza de Pillai	1,294	1,913	32,000	128,000	,006
	Lambda de Wilks	,108	2,811	32,000	108,542	,000
	Traza de Hotelling	5,033	4,325	32,000	110,000	,000
	Raíz mayor de Roy	4,433	17,733 ^c	8,000	32,000	,000
Repeticiones	Traza de Pillai	2,055	1,383	72,000	288,000	,034
	Lambda de Wilks	,065	1,454	72,000	183,979	,024
	Traza de Hotelling	3,924	1,485	72,000	218,000	,016
	Raíz mayor de Roy	1,783	7,130 ^c	9,000	36,000	,000

Fuente: Freddy Gavilánez Luna

Análisis de varianza univariado para las variables Apariencia, Olor, Color, Consistencia, Sabor, Aroma, Textura y Jugosidad.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Apariencia	7,000 ^a	13	,538	2,154	,035
	Olor	25,740 ^b	13	1,980	7,850	,000
	Color	5,160 ^c	13	,397	1,219	,306
	Consistencia	9,740 ^d	13	,749	4,587	,000
	Sabor	17,640 ^e	13	1,357	5,380	,000
	Aroma	15,000 ^f	13	1,154	5,934	,000
	Textura	16,200 ^g	13	1,246	5,751	,000
	Jugosidad	21,340 ^h	13	1,642	4,661	,000
Intersección	Apariencia	648,000	1	648,000	2592,000	,000
	Olor	824,180	1	824,180	3267,674	,000
	Color	677,120	1	677,120	2079,891	,000
	Consistencia	699,380	1	699,380	4281,918	,000
	Sabor	865,280	1	865,280	3430,626	,000
	Aroma	648,000	1	648,000	3332,571	,000
	Textura	882,000	1	882,000	4070,769	,000
	Jugosidad	744,980	1	744,980	2115,085	,000
Tratamientos	Apariencia	4,600	4	1,150	4,600	,004
	Olor	14,920	4	3,730	14,789	,000
	Color	1,480	4	,370	1,137	,355
	Consistencia	6,520	4	1,630	9,980	,000
	Sabor	12,920	4	3,230	12,806	,000
	Aroma	11,800	4	2,950	15,171	,000
	Textura	9,800	4	2,450	11,308	,000
	Jugosidad	15,320	4	3,830	10,874	,000

Resultados de las pruebas de comparación

Apariencia

DHS de Tukey^{a,b,c}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
Grupo testigo	10	3,2000	
Grupo A (5%)	10	3,4000	3,4000
Grupo B (8%)	10	3,5000	3,5000
Grupo D (12%)	10		3,9000
Grupo C (10%)	10		4,0000
Sig.		,668	,076

Olor

DHS de Tukey^{a,b,c}

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Grupo testigo	10	3,3000		
Grupo D (12%)	10	3,9000	3,9000	
Grupo B (8%)	10		4,0000	
Grupo A (5%)	10		4,1000	
Grupo C (10%)	10			5,0000
Sig.		,078	,899	1,000

Color

DHS de Tukey^{a,b,c}

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
Grupo B (8%)	10	3,5000
Grupo A (5%)	10	3,6000
Grupo testigo	10	3,6000
Grupo D (12%)	10	3,7000
Grupo C (10%)	10	4,0000
Sig.		,306

Consistencia

DHS de Tukey^{a,b,c}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
Grupo testigo	10	3,1000	
Grupo B (8%)	10		3,7000
Grupo D (12%)	10		3,8000
Grupo A (5%)	10		3,9000
Grupo C (10%)	10		4,2000
Sig.		1,000	,064

Sabor

DHS de Tukey^{a,b,c}

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Grupo testigo	10	3,4000		
Grupo A (5%)	10		4,1000	
Grupo D (12%)	10		4,1000	
Grupo B (8%)	10		4,2000	
Grupo C (10%)	10			5,0000
Sig.		1,000	,992	1,000

Aroma

DHS de Tukey^{a,b,c}

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Grupo testigo	10	2,8000		
Grupo B (8%)	10		3,5000	
Grupo A (5%)	10		3,6000	
Grupo D (12%)	10		3,8000	3,8000
Grupo C (10%)	10			4,3000
Sig.		1,000	,556	,105

Textura

DHS de Tukey^{a,b,c}

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Grupo testigo	10	3,5000		
Grupo A (5%)	10		4,2000	
Grupo D (12%)	10		4,2000	
Grupo B (8%)	10		4,2000	
Grupo C (10%)	10			4,9000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Jugosidad

DHS de Tukey^{a,b,c}

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Grupo testigo	10	2,9000		
Grupo B (8%)	10		3,8000	
Grupo A (5%)	10		3,9000	3,9000
Grupo D (12%)	10		4,1000	4,1000
Grupo C (10%)	10			4,6000
Sig.		1,000	,790	,085

Fuente: Freddy Gavilánez Luna

Según el análisis multivariado indicado las contraste multivariados, las variables están relacionadas y todas producen efectos significativos, de acuerdo a los cuatro estadígrafos que utiliza el software (Traza de Pillai, Lambda de Wilks, Traza de Hotelling y Raíz mayor de Roy). En cuanto al análisis univariado detallado en pruebas de los efectos inter-sujetos, los tratamientos presentan diferencias significativas ($p > 0,05$) en las variables analizadas, a excepción del color en donde la probabilidad de error I es de 0,355. Consecuentemente, en cada uno de las comparaciones realizadas con el test de Tukey al 5% de probabilidad, el tratamiento que se diferencia del resto en cada una de las variables es aquel identificado como Grupo C (10%), presentando promedios entre 4 y 5 de la escala utilizada.

Análisis univariado

Datos de Masticabilidad					
Repeticiones (Cata- dores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	4	3	3	2	3
2	3	4	3	2	4
3	2	2	1	1	3
4	3	3	2	1	3
5	3	2	1	1	4
6	3	2	2	1	3
7	3	2	1	1	3
8	2	2	2	1	3
9	2	3	2	2	2
10	2	2	1	1	4

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Análisis de varianza para la variable Masticabilidad

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Masticabilidad

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	31,900 ^a	13	2,454	8,334	,000
Intersección	264,500	1	264,500	898,302	,000
Tratamientos	22,600	4	5,650	19,189	,000
Repeticiones	9,300	9	1,033	3,509	,003
Error	10,600	36	,294		
Total	307,000	50			
Total corregida	42,500	49			

Fuente: Freddy Gavilánez Luna

Masticabilidad

DHS de Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Grupo D (12%)	10	1,3000		
Grupo C (10%)	10	1,8000		
Grupo B (8%)	10		2,5000	
Grupo A (5%)	10		2,7000	2,7000
Grupo testigo	10			3,2000
Sig.		,259	,921	,259

Fuente: Freddy Gavilánez Luna

Según el análisis de varianza para la variable Masticabilidad, entre los tratamientos evaluados existen diferencias significativas; y de acuerdo al test de Tukey, los tratamientos que presentaron las medias estadísticas menores fueron aquellos definidos como Grupo D (12%) y Grupo C (10%), presentando valores próximos a 1 y a 2 según la escala utilizada, respectivamente.

Datos de Resistencia inicial a la masticación.					
Repeticiones (Catadores)	Tratamientos				
	Grupo A (5%)	Grupo B (8%)	Grupo C (10%)	Grupo D (12%)	Grupo testigo
1	2	3	2	2	2
2	2	2	1	1	3
3	3	2	2	1	3
4	2	2	2	1	3
5	2	1	1	2	2
6	3	1	1	2	2
7	2	2	1	1	2
8	2	1	2	1	3
9	2	1	1	1	2
10	3	1	1	1	3

Fuente: Casignia Coox Diego, Alvarez Plaza Ricardo

Análisis de varianza para la variable Resistencia inicial a la masticabilidad.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resist. inicial masticabilidad

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	14,860 ^a	13	1,143	3,912	,001
Intersección	165,620	1	165,620	566,760	,000
Tratamientos	11,880	4	2,970	10,163	,000
Repeticiones	2,980	9	,331	1,133	,366
Error	10,520	36	,292		
Total	191,000	50			
Total corregida	25,380	49			

Resist. inicial masticabilidad

DHS de Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
Grupo D (12%)	10	1,3000	
Grupo C (10%)	10	1,4000	
Grupo B (8%)	10	1,6000	
Grupo A (5%)	10		2,3000
Grupo testigo	10		2,5000
Sig.		,728	,920

Fuente: Freddy Gavilánez Luna

En cuanto a la variable Resistencia inicial a la masticación, también los tratamientos presentaron efectos con diferencias significativas; resultando los tratamientos Grupo D (12%), Grupo C (10%) y Grupo B (8%), con las medias estadísticas más bajas, cuyos valores aproximados en la escala fueron 1, 1, y 2, respectivamente.

CAPÍTULO XI

CONCLUSIONES



www.mawil.us

A manera de conclusión se pudo hacer varias observaciones que cumplen las expectativas de todo el trabajo de investigación realizado.

Se pudo comprobar que TMel forraje híbrido hidropónico es un alimento vivo, de alta digestibilidad y calidad nutricional, excepcionalmente apto para la alimentación animal y que representa una herramienta alimentaria de alternativa, cierta y rápida, con la cual se puede hacer frente a los clásicos y repetitivos problemas que enfrenta hoy la producción animal (sequías, inundaciones, suelos empobrecidos y/o deteriorados, etc.) TM

En el caso de la investigación hecha con el maíz, conociendo los resultados de los análisis de varianza y test de Duncan, se concluye que el maíz hidropónico Trueno NB7443 alcanza su mayor rendimiento en la densidad de 2,4 lb en un periodo de siembra de 14 días, logrando una alta producción de cultivo en etapa germinativa a corto plazo. El examen bromatológico arrojó como resultado un porcentaje de proteína de 3.12% y fibra de 0,97 % que junto con el balanceado podría ser usado como alimentación complementaria para la producción de aves.

En cuanto a las aves que fueron parte del experimento se pudo observar, de acuerdo con los resultados obtenidos, que las aves camperas a las que se le complementó la alimentación con forraje de maíz hidropónico al 5 y 8% no obtuvieron una conversión alimenticia superior al grupo testigo, por lo cual el rendimiento a la canal tampoco arrojó los resultados más altos.

Otras de las situaciones que se evidenció, fue con respecto al análisis realizado a la carne de las aves y sus propiedades organolépticas, se pudo constatar que las aves que se trataron o alimentaron con forraje de maíz hidropónico arrojaron valores de mayor aceptación por los catadores, lo que nos indica que la complementación con hidroponía mejora los parámetros organolépticos de la carne de pollo campero

Y por último, una de las más importantes observaciones fue que el grupo de ave al cual no se le proporcionó alimentación con forraje de maíz hidropóni-

co se elevó la mortalidad, lo cual nos podría indicar que el complemento con forraje de maíz hidropónico tuvo algún efecto beneficioso en la salud de los animales. Esto puede redundar en un beneficio a mayor escala y es en el de la seguridad alimentaria.

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN



bibliografía



www.mawil.us

- AGRIPAC. (2014). Catálogo de semillas de maíz. Retrieved from www.agripac.com.ec
- Agrored, A. (2003). Horticultura, fruticultura, fertilización y cultivos hidropónicos. Retrieved diciembre 21, 2017, from <http://www.Agrored.Com.Mx/agricultura/63-forraje.html>
- Arellano, M. (2009). Proceso de producción de forraje verde hidropónico. Tesis de Licenciatura. México: Universidad Autónoma de Nayarit.
- Aviagen. (2014). Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross.
- Avicultura Alternativa. (2017). AVICULTURAS ALTERNATIVAS: EL POLLO CAMPERO O DE CAMPO. Retrieved from https://bmeditores.mx/http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/182-pollo_campero.pdf
- Bautista, S., & Nava, J. (2002). Producción de forraje verde hidropónico de trigo triticum. Tesis de licenciatura Universal autónoma de guerrero (uag).
- Borrego, M. (2008). Motivo por el cual los productores agrícolas deben cultivar híbridos y bajo invernadero. Buena vista, Saltillo: UAAAN.
- Buahom, J., Siripornadulsil, S., & Siripornadulsil, W. (2018). Feeding with Single Strains Versus Mixed Cultures of Lactic Acid Bacteria and *Bacillus subtilis* KKU213 Affects the Bacterial Community and Growth Performance of Broiler Chickens. *Arabian Journal for Science and Engineering*, doi: 10.1007/s13369-017-3045-6.
- Casamachin, F., Ortiz, D., & López, F. (2007). Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 5(2), 64–71.
- Cereceres, J., del Castillo, F., Castillo, M., & Garcia, A. (2009). Desirable Traits for Cucumber Plants Grown Under Greenhouse and Hydroponics At High Plant Densities. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 32(4), 289–294.
- Ciro, A., Galeano, J., & Ortiz, I. (2015). PARÁMETROS PRODUCTIVOS.
- Conave, S. (2006). Resultados Censo Avícola. Retrieved from <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&c->

d=1&ved=0ahUKEwiK4Ki17ILZAhUFZawKHSxoCRIQFggl-
MAA&url=http%3A%2F%2Fsinagap.agricultura.gob.ec%2Fphocad-
ownload%2Fmodulos%2Fcenso_encuestas%2Fcenso_avicola%2Fcen-
so_avicola_06.xls&usg=AOvVaw1ttjb2

- Corti, I. (2013). Evaluación Nutricional y Sensorial de Pollo de campo e Industrial, 83. Retrieved from http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/302/2013_N_333.pdf?sequence=1
- Cristian, C. (2014). Evaluación de la influencia de panela como aditivo alimenticio en la crianza de pollos camperos (*Gallus gallus domesticus*), en la parroquia Cristóbal Colón del Cantón Montufar. Retrieved from UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/242/2/209%20ART%20C3%8DCULO%20CIENT%20C3%8DFICO.pdf>
- De Los A, S. (2006). Evaluación De Piezas De Pollo congeladas, Marinadas Con Carragenina. Retrieved from Universidad De San Carlos De Guatemala Facultad: Http://Www.Biblioteca.Usac.Edu.Gt/Tesis/08/08_0983_Q.Pdf
- Dottavio, A., Alvarez, M., Librera, J., Canet, Z., & Di Masso, R. (2009). Relación biomasa-base ósea de sustentación en poblaciones experimentales de pollos camperos. Congreso Argentino de Genética (p. 38). San Miguel de Tucumán: AR.
- Dottavio, A., Fernandez, R., Librera, J., Antruejo, A., Canet, Z., & Di Maso, R. (2017). Eficiencia alimenticia en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos. *Ciencia Veterinaria*; Vol. 15, Núm. 1, <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/1734>.
- Elizondo, J., & Boschini, C. (2002). Producción de Forraje con maíz criollo y maíz híbrido. *Agronomía Mesoamericana*. 13, numero 00, 13-17.
- Espinosa, R. (2005). Proyecto de inversión para la producción de forraje verde hidropónico en Santa Maria Chachoapan Nochixtlan, Oaxaca. Huajuapán de León, Oaxaca: Tesis de licenciatura.
- FAO. (2001). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la

- Ganadería. Retrieved from <http://www.fao.org/home/es/>
- García, D., Medina, M., & Ojeda, F. (2006). Efecto de la fertilización orgánica, la variedad y la época en el perfil polifenólico de *Morus alba* (L.). *Avanc. Inv. Agropec.*
- Gilsanz, J. (2007). *Hidroponía*. Montevideo: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología.
- González, E., Ceballos, J., & Benavides, O. (2007). Producción de forraje verde hidropónico de maíz *Zea mays*. L en invernadero con diferentes niveles de silicio. Retrieved from www.scielo.org.co/pdf/rcia/v32n1/v32n1a07.pdf
- Griffiths, M. (2014). *The Design and Implementation of a Hydroponics Control System*. Retrieved from http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81080/Griffiths_Mark.pdf;jsessionid=52F21B3031C87BF1F-C364D3EB546AAD3?sequence=1
- Juarez, L., Bugarín, M., Castro, B., Sánchez, A., Cruz-Crespo, E., Juárez, R., . . . Balois, M. (2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente Año 3 No. 8*.
- Kato, T., Mapes, C., Mera, L., Serratos, J., & Bye, R. (2009). Origen y Diversificación del maíz, una revisión analítica. Mexico, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- López, R., Murillo, B., & Rodríguez, G. (Caracas, Venezuela). El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*, vol. 34, núm. 2, 121-126.
- Mora, C. (2009). Evaluación del uso de forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. Retrieved from Instituto tecnológico de Costa Rica.: <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2017/04/Evaluaci%C3%B3n-del-uso-de-forraje-verde-hidrop%C3%B3nico-de-ma%C3%ADz-FVHM-sobre-la-producci%C3%B3n-de-leche-de-vacas-en-pastoreo.pdf>
- Müller, L., Souza Do Santos, O., Manfron, P., Haut, V., Binotto, F., Medeiros, S., & Dourado, N. (2005). Production and qualities bromatologic of grass

- in hydroponic system. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.12, n.1, 88-97.
- Paliwal, R., Granado, G., Renée, H., & Violic, A. (2001). El maíz en los tropicos: Mejoramiento en produccion. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.
- Pronaca . (2016). Maíz pioneer 30k73. Retrieved from www.pronaca.com
- Quiles, A., & Hevia, M. (2004). EL POLLO CAMPERO. Retrieved from Sitio Argentino de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/11-pollo_campero.pdf
- Resh, H. (2001). Cultivos hidropónicos; nuevas técnicas de producción. Versión española de José Santos Caffarena. Madrid, España: Ediciones mundiprensa.
- Rodríguez, B., & Susana, A. (2017). Efecto de un núcleo de integridad intestinal en pollos de engorde en la avícola “Megaves” ubicada en el sector de Ascázubi, provincia de Pichincha – Ecuador. Quito: Facultad de Ingenierías y Ciencias Agropecuarias. UDLA.
- Rodríguez, J. (2013). Comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra. Retrieved from [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2901/1/Tesis en Maíz Jaime Rodriguez.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2901/1/Tesis%20en%20Maíz%20Jaime%20Rodriguez.pdf)
- Rodríguez, S. (2000). Hidroponía: una solución de producción en chihuahua, México. Retrieved from Boletín informativo de la red hidroponía n 9: <http://www.isar.org/pubs/st/hydroponics47.html>
- Romero, M., & Cordova, G. (2009). Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. Guanajuato, México: Acta Universitaria, Universidad de Guanajuato.
- Sánchez, M. (2013). Determinación de la prevalencia de enterobacterias del género *Salmonella* spp. en huevos frescos de gallina de empresas avícolas de la provincia del Tungurahua. Retrieved from Tesis Universidad Central Del Ecuador Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia Carrera Medicina Veterinaria Y Zootecnia, 59: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1157>

- Scarborough, D., Koblenz, W., Coffey, K., Turner, J., Davis, G., Kellogg, D., & Hellwig, D. (2001). Effects of calendar date and summer management on the in situ dry matter and fibre degradation of stockpiled forage from bermudagrass pastures. *J. Anim. Sci.* 79:3158-3169.
- Sesa, I. (2015). Vacunas o biológicos Serie - Manuales de Implementación, 24. Retrieved from <http://repiica.iica.int/docs/B2045e/B2045e.pdf>
- Sindik, M., Revidatti, F., Fernández, R., Revidatti, M., Michel, M., & T, R. (2012). Rendimiento a La Faena En Pollos Provenientes De Dos Genotipos De Reproductores Campero Inta Yield At Slaughter of Chickens From Crosses Involving Two Maternal Genotypes of Campero Inta Breeders. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2, (pp. 279–281). Retrieved from http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo039_AICA2012.pdf
- Terranova. (1998). Enciclopedia agropecuaria producción agrícola 1. . Colombia: Panamericana formas e impresos.
- Valdospinos, N., & Villa, J. (2013). Estudio De Prefactibilidad Para La Producción De Pollo Campero En La Parroquia De Calacalí, Cantón Quito. Universidad Técnica Del Norte. Facultad De Ingeniería En Ciencias Agropecuarias Y Ambientales.
- Vargas, M. (2008). Evaluación productivo-ambiental de dos genotipos de maíz (*zea mayz L.*) en forraje verde hidropónico bajo invernadero. Victoria de Durango, Durango: Tesis de Maestría.

Evaluación nutricional y bromatológica de germinado de maíz hidropónico para alimentación complementaria en animales de producción



Publicado en Ecuador
Mayo del 2019

Edición realizada desde el mes de agosto del año 2018 hasta octubre del año 2018, en los talleres Editoriales de MAWIL publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito.

Quito – Ecuador

Tiraje 200, Ejemplares, A5, 4 colores



EVALUACIÓN
NUTRICIONAL Y BROMATOLÓGICA
DE GERMINADO DE MAÍZ HIDROPÓNICO
PARA ALIMENTACIÓN COMPLEMENTARIA
EN ANIMALES DE PRODUCCIÓN



www.mawil.us

ISBN: 978-9942-787-54-5



EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y BROMATOLÓGICA DE GERMINADO DE MAÍZ HIDROPÓNICO