

23

Fecha de presentación: noviembre, 2022

Fecha de aceptación: enero, 2023

Fecha de publicación: marzo, 2023

INTERACCIÓN GRUPAL UNIVERSITARIA EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA

UNIVERSITY GROUP INTERACTION IN THE PRODUCTION OF HYDROPONIC GREEN BARLEY FODDER

Manuel Patricio Paredes Orozco¹

Email: patricio.paredes@epoch.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9532-9866>

Orlando Efraín Bravo Calle¹

Email: obravo@epoch.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4190-2719>

José Luis Carrasco Poma¹

Email: jose.carrascop@epoch.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3310-3722>

Juan Carlos Gómez Villalva²

Email: jgomez@utb.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3310-3722>

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

²Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Paredes Orozco, M. P., Bravo Calle, O. F., Carrasco Poma, J. L. & Gómez Villalva, J. C. (2023). Interacción grupal universitaria en la producción de forraje verde hidropónico de Cebada. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(2), 225-233.

RESUMEN

En la actualidad es muy latente el interés por el estudio de las prácticas universitarias y de la interacción en el contexto académico como un elemento primordial en las situaciones de comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario. Se desarrolló un estudio multipropósito dirigido a evaluar el efecto de los diferentes niveles de bioestimulante natural sobre la producción de forraje hidropónico verde de cebada en el tiempo de cosecha de 9 y 15 días después de la germinación y, en este contexto específico, valorar la interacción grupal de los estudiantes en la expresión neutral de su acuerdo o desacuerdo acerca de las opiniones expresadas por otros compañeros. La investigación se llevó a cabo en la Granja la Estancia, ubicada en la parroquia Ilapo-Guano-Chimborazo-Ecuador. Los datos se analizaron con un diseño completamente al azar con 7 repeticiones para detectar diferencias entre medias se utilizó la prueba de rango múltiples de Tukey. El mejor tratamiento fue el tercero con una altura media de 6.37 cm a los 9 días y similar al segundo, y diferente al primero ($p < 0.05$), posteriormente no existieron diferencias significativas para las alturas medias de los tres tratamientos. En el análisis del discurso de los estudiantes y profesores durante la interacción grupal se identifican las ayudas dirigidas a la orientación, reorientación, realización y control de la actividad docente e investigativa. Se considera conveniente el diseño de un proceso de enseñanza-aprendizaje que ayude a potenciar el trabajo de autodeterminación, autoconocimiento y autoaprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: interacción grupal, altura de planta, hidroponía, cebada, bioestimulante

ABSTRACT

At present, there is a latent interest in the study of university practices and interaction in the academic context as a primordial element in communication situations in the university teaching-learning process. A multipurpose study was developed aimed at evaluating the effect of different levels of natural biostimulant on the production of hydroponic green barley fodder at harvest time of 9 and 15 days after germination and, in this specific context, to assess the group interaction of students in the neutral expression of their agreement or disagreement about the opinions expressed by other classmates. The research was carried out at Granja la Estancia, located in the parish of Ilapo-Guano-Chimborazo-Ecuador. The data were analyzed with a completely randomized design with 7 replications to detect differences between means using Tukey's multiple range test. The best treatment was the third with a mean height of 6.37 cm at 9 days and similar to the second, and different from the first ($p < 0.05$), subsequently there were no significant differences for the mean heights of the three treatments. In the analysis of the discourse of the students and professors during group interaction, the aids directed to the orientation, reorientation, realization and control of the teaching and research activity are identified. It is considered convenient the design of a teaching-learning process that helps to enhance the work of self-determination, self-knowledge and self-learning of the students.

Keywords: group interaction, plant height, hydroponics, barley, biostimulant, biostimulant

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es muy latente el interés por el estudio de las prácticas universitarias y de la interacción en el contexto académico. Estas prácticas están signadas por tres cambios que han supuesto un distanciamiento respecto a los principios que antecedian tradicionalmente la investigación en este contexto: la crisis del modelo que establece una relación epistemológica jerárquica y unidireccional entre investigación académica y práctica profesional; la creciente aceptación de los paradigmas socioculturales, situados en la cognición, el aprendizaje y la enseñanza; y la importancia que actualmente se da al contexto del aula (Jové et al., 2012).

La interacción es un elemento primordial en las situaciones de comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario, por su significación del grado en que la comunicación trasciende la reacción. La interactividad es característica de las situaciones de comunicación.

En el contexto de la interactividad, la actividad agropecuaria es una fuente de ingreso. Además, de ser un gran generador de divisas, producto de las exportaciones que realiza, el sector agropecuario es también de vital importancia en lo social ya que permite la generación de fuente de empleo. El desarrollo pecuario está estrechamente ligado al desarrollo social y cultural de los pueblos, por lo que la tecnología en forrajes debe estar en permanente cambio para mejorar la economía y contribuir a un buen manejo de los recursos: suelo y agua.

En el territorio del Ecuador, los pastizales no poseen de manera suficiente las cantidades necesarias de vitaminas, minerales y recursos nutrientes, lo cual limita de modo notable su aporte a la producción de leche y consecuentemente de sus derivados. Lo anterior determina la necesidad de establecer la suplementación como estrategia en la alimentación de la masa animal.

Como estrategia derivada de la condición anteriormente expuesta se prioriza la producción de forraje verde hidropónico, el cual en su composición incluye tanto nutrientes como vitaminas, que posibilitan el sostenimiento de altas producciones de leche. Este forraje es ideal para el ganado en tanto proporciona además adecuadas condiciones para su asimilación y digestibilidad.

Por esta razón esta tecnología de forraje verde hidropónico no requiere de suelo ni de extensiones grandes de terreno para alimentar a un gran número de animales no así que al contrario se requiere con la agronomía tradicional. Se lo puede cultivar en cualquier lugar tomando en cuenta la cantidad y calidad del agua, además del conocimiento y capital necesario para su ejecución y sustentabilidad.

La producción de ganado bovino depende de la alimentación y la nutrición, basado mayormente en pastos, podemos afirmar también que la producción es el resultado de su calidad y su disponibilidad adecuada. La cantidad y calidad de los pastos son bajas o malas nuestra producción ganadera será igualmente deficiente.

En los últimos años se han producido numerosos fenómenos climatológicos entre los que se encuentran prolongadas sequías. Los efectos en el medioambiente condicionan un incremento notable en la frecuencia e intensidad de estos fenómenos. A lo anterior se suma la insuficiente agua disponible para realizar el regadío en regiones de altura mayor de los tres mil metros sobre el nivel de mar. Estas condiciones de sequía incrementada limitan significativamente los niveles de producción así como el acceso de la masa ganadera al forraje producido por métodos convencionales.

El sistema de producción de forraje verde hidropónico es muy simple en modo general. Se sustenta en una tecnología para lograr obtener biomasa vegetal a partir de los estados recurrentes de la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas, con preponderancia los cereales, siempre provenientes de semillas que resultan viables. El forraje verde hidropónico se caracteriza fundamentalmente por exhibir altos niveles de digestibilidad, alta calidad nutricional y propiedades de excelencia para la alimentación del ganado.

El forraje verde hidropónico consiste en la germinación de granos con fines forrajeros (maíz, cebada, avena, sorgo, alfalfa, etc.). También se incluye en una etapa posterior su desarrollo y crecimiento en condiciones ambientales controladas y reguladas como la luz, la temperatura y la humedad en ausencia del suelo. Este forraje es empleado básicamente para la alimentación de ganado bovino, ovino, caprino, equino, porcino, conejos y aves (Müller et al., 2005; Herrera et al., 2007).

El forraje verde hidropónico es diferente a todos los alimentos tradicionales que son consumidos, tales como los pastos, las alfalfas, los tréboles y los henos. Es conocido que el ganado inicialmente se alimenta de las primeras hojas verdes, o sea la parte aérea de la planta. De este modo los restos de la semilla y la zona radicular de la planta se convierten en una perfecta fórmula integrada básicamente por carbohidratos, azúcares y proteínas (Samperio, 1997), rico en nutrientes en un tiempo total de 12 días desde su "siembra" en bandejas, facilitando el manejo y disponibilidad de forraje fresco para las especies animales en estabulación o semiestabulación.

El ciclo de producción del forraje verde hidropónico ronda alrededor de los seis y nueve días, en dependencia del

tipo de semilla utilizada en la siembra. Para el proceso de convertir la semilla en pasto, se considera adecuado la proporción de un kg de semilla por aproximadamente siete kg de forraje. De esta manera el valor nutricional de un kg de forraje verde logrado en condiciones de hidroponía es capaz de reemplazar entre (3,1 y 3,4) kg de alfalfa verde. De acuerdo con Lomeli (2000), resultan perfectamente suficientes de (16 a 18) Kg de forraje verde hidropónico con una base fresca para poder alimentar diariamente una vaca lechera durante su etapa productiva.

La técnica del forraje verde hidropónico es muy económica en el empleo del agua al demandar menos de dos litros de agua para lograr la producción de un kg de forraje. Con esta proporción se requieren 8 litros de agua para la producción de un kg de materia seca de forraje verde hidropónico, a partir de considerar un equivalente del 25% de materia seca. Estas cantidades son significativamente menores a los litros de agua que demanda la materia seca de la avena, la cebada, el trigo, el maíz y el sorgo, cuando son cultivados a campo abierto (Rodríguez et al., 2003). Se puede aseverar que una sola unidad de hidroponía es suficiente para producir el alimento necesario para los animales a la mitad del costo convencionalmente aceptado. En este sentido son hasta diez veces menores los costos inducidos en insecticidas, fertilizantes, maquinaria para el cultivo y labores culturales cuando son comparados con los métodos tradicionales de cultivo del forraje (Howard, 1992).

El cultivo hidropónico puede resultar provechoso en la alimentación animal, permitiendo cultivar especies altamente productivas en medios artificiales o sustratos, en donde las raíces se desarrollan adecuadamente (Urias, 1997).

La producción de forraje contempla diferentes labores culturales iniciando por una minuciosa preparación de terreno a sembrar. Se necesita además un adecuado manejo agronómico, lo cual posibilita obtener cosechas de forraje en lapsos superiores a los 90 días. Proporcionalmente la producción lograda en un metro cuadrado es significativamente menor que en condiciones hidropónicas. Se estima que en la obtención de 1 a 8 kg de materia seca de alimento cultivado en el suelo se necesita un metro cúbico de agua, mientras que en la producción de forraje verde hidropónico con igual volumen de agua se puede obtener alrededor de 100 kg (FAO, 2006).

Los resultados obtenidos con este método orientan hacia la prioridad de desarrollar métodos alternativos en el proceso productivo de forraje. La aplicación de estas alternativas novedosas posibilitarán prevenir y enfrentar de manera exitosa pérdidas productivas, de modo específico

en los pequeños y medianos productores de ganado o de especies de menor porte (FAO, 2006).

La producción de forraje verde hidropónico es muy ventajosa respecto a otros métodos tradicionales: es capaz de aportar forraje durante todas las épocas del año, no requiere grandes extensiones de tierra pues se puede desarrollar en áreas pequeñas, significa una aportación significativa de vitaminas necesarias para el ganado, es altamente digestible al no ocasionar trastornos, y posibilita una ágil y eficaz recuperación de las inversiones realizadas (FAO, 2002), (Müller et al., 2005).

En las actuales circunstancias de carencia de alimentos tanto humano como animal, la implementación de sistemas resilientes orientados a la producción de forraje verde hidropónico se constituyen en una valiosa alternativa, con una alta calidad nutricional, que se puede producir en durante todos los meses del año y en todas las regiones geográficas, toda vez que se tomen en cuenta las condiciones adecuadas de manejo y producción, la tecnología es complemento de una producción convencional de forraje a partir de especies adecuadas.

MATERIALES Y METODOS

Los participantes seleccionados para este estudio consistían en 48 estudiantes de la modalidad presencial; que participaron en las actividades referidas desarrolladas para evaluar el efecto de los diferentes niveles de bioestimulante natural sobre la producción de forraje hidropónico verde de cebada en la Granja la Estancia, ubicada en la parroquia Ilapo-Guano-Chimborazo-Ecuador.

La investigación agropecuaria se realizó en la granja la Estancia ubicada en el Km 5 de la parroquia Ilapo, cantón Guano, provincia de Chimborazo. La zona presenta una altura de 3650 msnm, temperatura promedio anual de 15°C, humedad relativa promedio anual 53 a 60%, precipitación medio anual 745,7 mm, evaporación 721.98 mm, suelo franco arenoso.

Se consideraron los factores ambientales que influyen en la producción de forraje verde hidropónico de cebada. Para el desarrollo de la planta la luz es un factor indispensable, si se toma en cuenta que la planta requiere la energía necesaria para desarrollar la fotosíntesis. Mediante este proceso biológico la planta es capaz de atravesar exitosamente por las diferentes etapas de desarrollo, integrando su nacimiento, crecimiento y su madurez final. Es fácilmente demostrable que, ante la carencia de la luz necesaria, las plantas orientan sus tallos inclinándose hacia la fuente de luz, luego los tallos comienzan a debilitarse, las hojas se marchitan tornándose pálidas y quebradizas,

lo que provoca que su crecimiento se detenga y al final la planta puede morir (Samperio, 1997).

El proceso biológico denominado fototropismo concierne a la capacidad que tienen las plantas que le posibilita la orientación de sus hojas para dirigir su crecimiento hacia la fuente de la luz. A partir de esta orientación de las hojas, la luz solar proporciona la energía directamente sobre la estructura de la planta.

La temperatura ambiente constituye un factor que incide igualmente en la vitalidad de las plantas, llegando a influir en su clase y en su variedad, por lo cual requieren diferentes requisitos de calor. De modo general las plantas tienen un desarrollo adecuado si viven en ambientes entre los 18 y 24°C de temperatura, coincidente con la temperatura ambiente que generalmente guardan las casas habitación (Samperio, 1997).

Ante modificaciones ligeras en la temperatura, generalmente las plantas son capaces de resistir y sobrevivir. Ante bruscos cambios de temperatura, las plantas pueden sufrir daños serios e irreversibles. De modo general, se considera una alteración brusca de temperatura el cambio de 8 a 10°C de diferencia respecto de la temperatura habitual. Las plantas, aunque no se encuentren expuestas de modo permanente a la temperatura baja, soportan mejor el frío.

Respecto a la temperatura es reconocido que la mayoría de las plantas son más resistentes al calor. Las plantas expuestas a temperaturas extremas ven afectado su rango de adaptación así como la propia distribución de las especies, las cuales deben caracterizarse por la mayor constancia posible. De este modo el exceso de temperatura es capaz de ocasionar hongos, al mismo tiempo que las bajas temperaturas inciden en retardar dicho proceso.

Es conveniente observar de modo sistemático el comportamiento de la temperatura ambiente, toda vez que esta la planta realiza la función biológica consistente en transportar nutrientes y acumular los elementos a lo interior de su sistema celular. En el proceso de oxidación de los minerales, el oxígeno se convierte en el catalizador ideal que asegura la generación de la energía metabólica necesaria mediante su sistema de respiración radicular.

Las raíces de las plantas dependen fundamentalmente de la óptima disponibilidad de oxígeno para asegurar su correcto funcionamiento; en caso contrario, independientemente de ser aportados en cantidad y calidad los nutrientes necesarios o incluso en casos con mayor nivel de gravedad, pueden morir las raíces de las plantas dada su necesidad imperiosa de respirar (Samperio, 1997).

En la técnica hidropónica en el caso del forraje, una manera de cultivo natural consiste en colocar bien cercano al sistema de riego instalado una cascada de solución nutritiva, de modo que la caída del agua provoque la oxigenación. Sin embargo, es reconocido que la esta velocidad de circulación del agua para la alimentación de las plantas, debe ser más bien lenta. Es posible además emplear un tubo orientado a todo lo largo del contenedor, que tenga orificios de alrededor de 2 mm de diámetro a 20 cm de distancia unos de otros, con una presión mínima de 4 y 5 kg. Se ha podido alcanzar una adecuada oxigenación en instalaciones domésticas, con el empleo de bombas pequeñas similares a las empleadas en acuarios. En instalaciones de mayor escala, es recomendable emplear bombas de circulación en el propio tanque, con lo cual se logra la oxigenación y se impide la sedimentación y la creación de algas. En esta escala del cultivo, es beneficioso colocar en el interior del tanque, la solución nutritiva, además de aspas de madera o de acero capaces de generar una turbulencia que capture el oxígeno ambiental y logra los mismos resultados que con la bomba de circulación.

Es importante procurar mantener condiciones de asimilación adecuada, ya que ejerce una influencia directa y adecuada en las funciones que desempeñan las hojas de las plantas. Es necesario asegurar cerca del 100% de humedad con vistas a lograr el desarrollo del sistema radicular. En las plantas jóvenes, las radículas no son capaces de desarrollarse en ambientes secos. Si se tiene en cuenta que el forraje verde hidropónico es un cultivo de raíz desnuda, o sea, sin sustrato, se requiere asegurar ambientes caracterizados por la humedad relativa alta, en términos superiores al 85%, la que se puede asegurar con alta frecuencia del riego, así como con la evatranspiración de las plantas.

De esta manera, mantener un ambiente con la necesaria humedad, es importante en el empeño de asegurar las mejores condiciones de asimilación de las plantas, toda vez que la humedad ejerce una influencia directa en las funciones que despliegan las estomas. En condiciones de insuficiente humedad ambiente, las plantas no serían capaces de absorber el CO₂, y con ello no pondría realizar la asimilación.

La aireación se constituye en otro elemento importante para obtener el necesario intercambio gaseoso. En el estudio de las condiciones climatológicas del lugar en que se proyecta construir el invernadero es necesario tomar en cuenta las condiciones que aseguran el intercambio gaseoso en aras de realizar correcciones si fuera necesario.

En el ambiente general del invernadero, el contenido natural de CO₂, con bastante generalidad es insuficiente para garantizar elevados niveles de asimilación y crecimiento de las plantas. Lo anterior es típico en este tipo de cultivos, en plantas caracterizadas por poseer mucho follaje y rápido ritmo de crecimiento.

En el estudio desarrollado fue utilizado un invernadero con dimensiones de 5 m. de ancho por 9 m de largo. Las dimensiones del invernadero se determinan en dependencia de las necesidades del productor. En el estudio de Lomelí (2000), consta que en una superficie de 11,6 m² produjo 112 kg de forraje verde/día, partiendo de 22 kg de semilla de trigo, para lo cual requirió 120 charolas. En otras investigaciones se refiere el empleo del denominado invernadero tipo de 8 m de ancho por 18 m de longitud. Es recomendable asegurar la cercanía del invernadero y del área de suministro de alimento de los animales. Se requiere igualmente garantizar la funcionalidad de las instalaciones hidráulicas y de energía eléctrica. Se recomienda disponer de piso de concreto, con vistas a facilitar el manejo de la explotación y poder controlar la humedad.

Los investigadores reconocen la disponibilidad de varios recipientes destinados a la colocación de las semillas para su desarrollo. Los recipientes pueden ser elaborados con distintos materiales como el asbesto cemento, láminas galvanizadas, plástico, fibra de vidrio o formaleatas de madera recubiertas con polietileno.

En el proceso investigativo se dispuso de un módulo hidropónico en ángulo, a 26 cm del nivel del piso y a una altura de 160 cm dentro del invernadero. En la estructura del módulo se dispone de dos niveles separados por un espacio de 20 cm y con una pendiente de 1%. Los módulos fueron utilizados de soporte sobre los que se apoyan las bandejas sembradas con semillas de cebada. Los módulos fueron cubiertos con mallas de polietileno de color negro durante el periodo de germinación de las semillas, lo cual permitió asegurar las condiciones de oscuridad y temperatura favorables para el proceso de germinación.

Las bandejas de metal fueron elaboradas con 1,30 m de ancho por 1,10 m de largo y 6 cm de profundidad. En las bandejas fueron depositadas las semillas y funcionan como camas para las mismas y la producción posterior del forraje verde.

Es de muy alta importancia precisar con exactitud la cantidad de agua a suministrar, así como la frecuencia de los riegos. Generalmente el índice aceptado de frecuencia e intervalo es de 6 a 9 riegos durante no menos de 2 minutos. Esta frecuencia es adecuada en el propósito de asegurar y mantener el grado de humedad, evitando sus

excesos y de este modo prevenir eficientemente la presencia de enfermedades (FAO, 2001).

Desde el punto de vista de Samperio (1997), se considera la existencia de varios sistemas disponibles para proporcionar a la planta la humedad y el alimento necesarios para garantizar un óptimo rendimiento. En la investigación desarrollada se empleó el sistema de riego por aspersión, dada su usabilidad, facilidad y economía. Las líneas de los aspersores fueron dispuestas a una altura de 0,26 m a partir de las bandejas de cultivo empleando una proporción de un aspersor para dos bandejas.

La cebada es utilizada para siembras en grandes extensiones, considerada de buena producción para la alimentación humana en la zona del cantón Guano. En el desarrollo del experimento fueron empleados 84 kg de semilla para abastecer las 21 bandejas. Se empleó la Cañicapa como variedad de cebada recomendable dadas las condiciones climatológicas, sembrando 4 kg de semilla en cada una de las bandejas.

La semilla fue sometida a un proceso de lavado y desinfección empleando una solución de hipoclorito de sodio al 1%, para ello se diluyeron 10 mililitros de hipoclorito de sodio proporcionalmente por cada litro de agua. El proceso del lavado se desarrolla con vistas a eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberadas de residuos (Rodríguez, 2001). Con vistas a detener la latencia, las semillas fueron remojadas en agua durante 24 horas previas a la siembra.

Una vez cumplido el tiempo necesario de remojo de las semillas, estas fueron depositadas de forma homogénea en las bandejas dispuestas para ello. Con posterioridad se procedió a tapar las bandejas con sarán de color negro. Una vez logrado el 95% de germinación de las semillas fue retirado en sarán y se quedaron expuestas las semillas a las condiciones de humedad y temperatura adecuadas, con vistas a favorecer en cada una de las bandejas, el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

En el posterior proceso de seguimiento se realizaron atenciones culturales al cultivo. Una vez adquirida la semilla de cebada, se sometió a un proceso de desinfección con el empleo de hipoclorito de sodio al 0.001% durante un periodo de dos horas. Luego se hizo un segundo lavado para eliminar el desinfectante, posteriormente la semilla se ubicó en las bandejas, se dispersó de manera uniforme en la charola. Por cada sector un sistema de riego por aspersión, con una calibración de riego de un minuto cada dos horas, la separación entre aspersores 80 cm, aplicando seis riegos/día.

Lomelí (2000), indica la conveniencia de seleccionar semillas de cereales o leguminosas sin malezas y al mismo tiempo que se encuentre libre de plagas y enfermedades. La semilla no debe ser tratada con fungicidas o preservantes, garantizando de igual modo que no se utilicen semillas partidas, dada la alta probabilidad que estas produzcan hongos. Es recomendable asegurar niveles de humedad del grano en el entorno del 12%, así mismo es necesario asegurar el reposo previo para garantizar los requisitos de madurez fisiológica.

Para crecer la planta necesita una serie de sustancias nutritivas. Sustancias nutritivas, son aquellas que pueden ser absorbidas por la planta y que sirven para su alimentación; pueden ser moléculas o partículas cargadas eléctricamente. Los iones pueden ser cationes o aniones y son los componentes de las sales que constituyen muchos abonos. El número de sustancias es grande, estas sustancias pueden ser minerales orgánicos e inorgánicos cuyos elementos esenciales representan los elementos nutritivos.

La importancia de los nutrientes en el crecimiento de los cultivos por lo que ya desde hace mucho tiempo, se ha presentado una considerable atención a las correlaciones y la producción obtenida (Salisbury et al., 1994).

El uso de fertilizantes para incrementar el rendimiento de los cultivos es, quizá el medio más eficaz que se dispone para modificar el suministro de nutrientes y por tanto, la alimentación del vegetal. Se entiende, cuando mayor sea el conocimiento sobre nutrición de la planta, tanto mayor será la eficiencia del fertilizante añadido. La fertilización persigue, pues, adaptarse a las exigencias nutritivas de la planta.

De los 16 elementos químicos considerados para el crecimiento saludable de las plantas, 13 son nutrientes minerales, de acuerdo con las cantidades que las plantas consumen de cada uno de ellos (no todos son consumidos de igual cantidad).

La localización de los síntomas de deficiencia en las plantas se relaciona mucho con la velocidad de movilización de los nutrientes a partir de las hojas hacia los puntos de crecimiento; en el caso de los elementos más móviles (Nitrógeno, Fosforo y Potasio) que son traslocados rápidamente, los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas. Los elementos inmóviles, como el Calcio y el Boro, causan síntomas de deficiencia en el crecimiento.

En algunos elementos, el grado de movilidad depende del grado de eficiencia, la especie y el nivel de nitrógeno. Hay muy poca movilidad del Cobre, el Zinc y el molibdeno

desde las hojas viejas hacia las hojas jóvenes, cuando las plantas están deficientes en esos elementos.

Elementos mayores (Nitrógeno, Fosforo, Potasio), se les denominan así porque normalmente las plantas los necesitan en cantidades tan grandes que la tierra no pueden suministrarlas en forma completa. Se consumen en grandes cantidades (Marulanda & Izquierdo, 2003).

Se debe recordar siempre que todas las sales minerales utilizadas para la preparación de la solución nutritiva deben de ser de alta solubilidad. El no usar sales minerales de alta solubilidad, nos lleva a la formación de precipitados a consecuencia de ellos, se producen carencias nutricionales de algunos elementos.

La solución nutritiva empleada correspondió a una fórmula soluble (7.2N-4.8P-3.6K-0.24B-0.72Zn-1.2S-0.33Cu), complejo orgánico mineral y bioestimulante natural que mejorara el metabolismo de la cebada y estimula el sistema de defensa de la planta, la fertilización planteada se aplicaron a los 5 y 12 días después de la germinación.

Dentro de las variables evaluadas se incluyó la altura de plantas y producción de forraje fresco. La altura fue medida el día 9 y en el momento de la cosecha, correspondiente a 15 días posteriores a la germinación. La medición de la altura de plantas fue desarrollada en las unidades experimentales asumiendo el criterio que este lapso es el ideal de producción del cultivo para obtener niveles óptimos de forraje verde hidropónico. Para obtener la producción de forraje se obtuvo con el peso del cultivo hidropónico de las diferentes bandejas al día 15 cuando se cosecho.

Se utilizó un diseño completamente al azar, donde se analizó una variedad de cebada, se tomó muestra a los 9 días y a los 15 días, aplicando tres niveles de bioestimulante natural (0, 0.5 y 0.10 ml/l) para un total de tres tratamientos y siete repeticiones por tratamiento.

Para desarrollar el análisis estadístico se procedió a someter los datos obtenidos al Análisis de Varianza (ADEVA) y posteriormente a la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0,05$).

La hipótesis alternativa planteada fue la siguiente: la relación entre las dosis de solución de bioestimulante en el agua de riego influye en la altura de producción del forraje verde hidropónico.

RESULTADOS

En el ámbito de la interacción grupal resultó difícil inicialmente identificar la simple interacción entre los estudiantes y docentes participantes en las actividades. Por este interés conocer, por una parte los rasgos de la

interacción grupal universitaria y en otro sentido evaluar el efecto de los diferentes niveles de bioestimulante natural sobre la producción de forraje hidropónico verde de cebada.

Ante el criterio de estructura de participación que se refiere a desvelar cómo se organiza comunicativamente el segmento de la interacción con que se opera. En la investigación se operó mediante ciclos interactivos, pues se tratará de aclarar si hay alguna pauta comunicativa reconocible en ellos.

Se identificó un equilibrio en el trabajo de las estructuras que requieren intención evaluativa y recitativa con las que requieren intención de construir conocimiento con aproximaciones sucesivas. Se encuentran estructuras monologales donde solamente interviene el docente responsable de la coordinación y estructuras dialógicas donde la pregunta requiere una elaboración de conocimiento.

Ante el nivel de participación se significó el papel de los estudiantes en la elaboración de las ideas generadas en cada ciclo después de haber identificado las ayudas. Se reconoce que en la interacción hay participación de profesores y estudiantes manifestando un equilibrio entre los niveles de participación.

La participación de profesores y estudiantes es equilibrada pero, mayoritariamente, las ayudas ofrecidas por los profesores son de contribución directa a la tarea a realizar, teniendo menos protagonismo o manifestación las ayudas de guía verbal.

En la valoración de la altura de la Planta a los 9 días, en la tabla 1. ADEVA para la altura de planta en cm. A los 9 días, con diferentes niveles de Bioestimulante natural aplicados a la cebada bajo condiciones hidropónicas.

Tabla 1: Altura de planta en cm. A los 9 días con diferentes niveles de Bioestimulante natural aplicados a la cebada bajo condiciones hidropónicas

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|-----|---------|
| Tratamiento | 7,81 | 2 | 3,91 | 395 | 0,0379 |
| Error | 17,82 | 18 | 0,99 | | |
| Total | 25,64 | 20 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,35753

Tabla 2: Altura de planta en cm. A los 15 días con diferentes niveles de Bioestimulante natural aplicados a la cebada bajo condiciones hidropónicas.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Tratamiento | 5,36 | 2 | 2,68 | 0,97 | 0,3971 |
| Error | 49,60 | 18 | 2,76 | | |
| Total | 54,96 | 20 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,26460

Tabla 3: ADEVA para el peso de planta en Kg. A la cosecha, con diferentes niveles de Bioestimulante natural aplicados a la cebada bajo condiciones hidropónicas.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|-------|---------|
| Tratamiento | 103,52 | 2 | 51,76 | 13,64 | 0,0002 |
| Error | 68,29 | 18 | 3,79 | | |
| Total | 171,81 | 20 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,65707

La evaluación de las alturas en los tratamientos y repeticiones del experimento, las variables analizadas a los 9 días presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, al aplicar el análisis de varianza. En comparación de medias para la variable altura a los 15 días no existieron diferencias significativas en los tres tratamientos, valores similares

a los reportados por (Contreras et al., 2015). Esto posiblemente al aumento de la radiación solar y su densidad, lo que provoca una mayor altura del cultivo hidropónico sobre todo en los tallos (Sánchez et al., 2013), sin embargo, muestra diferencias comparativas a los 16,78 cm de altura de la cebada.

DISCUSIÓN

En la investigación fue utilizada la semilla de cebada, en concordancia con el experimento de Valdez et al. (2009), al indicar este autor que la semilla más recomendable y por tanto, con mayor empleo se corresponde con las de cereales y leguminosas, que se encuentre liberadas de plagas y malezas, sin ser tratadas con preservantes ni fungicidas (Contreras et al., 2015).

Los valores de altura obtenidos (25 centímetros) se asemejan más a lo expuesto por Vargas (2008), pero en sorgo, maíz y arroz germinado alcanzando una altura promedio de 25 centímetros a los 15 días, con una fertirrigación a partir de los 4 días con una dosis de 5 ml de Ay 2,5 ml de B, y (Contreras et al., 2015), en el efecto asociativo de la arveja-cebada y arveja-trigo en proporción 80/20 una altura de 26.88 para la cebada. Las variaciones identificadas al producto nitrogenado son asumidas, además del periodo de los 20-25 días de cosecha que fueron empleados en la investigación.

Con relación a la altura los valores obtenidos al utilizar una solución compuesta de 200, 40, 150, 140, 30, 100, 5, 1, 0.5 y 0.05 mg/litro de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Zn respectivamente obtuvo una altura de 21.28 cm para una alta densidad y los valores bajos para la densidad baja de 18.94 cm. Sánchez et al, (2013), utilizando para la ganancia de peso en ganado ovino. Utilizando diferentes concentraciones de biol registraron una altura media de 9.50 cm a los 15 días de cosecha a una concentración del 50%. En el mismo periodo de tiempo (8 días), la cebada presentó un rendimiento del 5% más que el trigo (12 cm de altura), aunque el contenido en proteína identificado fue menor que este (Valdez et al., 2009).

Si se considera la eficiencia en el tiempo de producción, se identifica la obtención de cosechas con valores promedio de 30 cm y con una productividad alrededor de 12 a 18 kg por cada kg, a los 15 días, en situaciones climatológicas favorables, acorde con Palomino (2008) citado por Valdez et al. (2009), la cosecha del forraje se debe realizar a los 15 días de crecimiento desde la siembra, cuando el forraje alcanza una altura de 25 cm con una densidad de siembra de 1,2 kg semilla seca/m² según Elizondo (2005), citado por Birgi, Gargaglione, & Utrilla, (2018). Al comparar variedades de cebada, Gutiérrez &

Chilon, (2019), la diferencia significativa IBTA 80, fue de 23.04 cm superando a la variedad Criolla con 20.63 a los 15 días con 30% de dosis de abono orgánico líquido aeróbico.

En el proceso de producción la temperatura juega un papel importante, estos rangos en los cultivos de cebada se requiere de 18° a 21°C, Rodríguez (2006), citado por (Zagal et al., 2016).

CONCLUSIONES

El análisis teórico metodológico de la interacción grupal, independientemente de ser realizado a través de distintas vertientes, se orienta sobre un objetivo común general dirigido al desarrollar un buen proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que se parte del lenguaje, como importante medio de interacción y mediación grupal, para construir el conocimiento compartido y que este se llegue a transferir a otras situaciones.

La práctica universitaria realizada, consistente en evaluar el efecto de los diferentes niveles de bioestimulante natural sobre la producción de forraje hidropónico verde creó un espacio interactivo donde los estudiantes se expresaron amplia y neutralmente su acuerdo o desacuerdo acerca de las opiniones expresadas por otros compañeros. La interacción grupal en este sentido resultó estimulante al permitir argumentar sus opiniones con ideas claras para justificar su postura

En el análisis del discurso de los estudiantes y profesores durante la interacción grupal se identifican las ayudas dirigidas a la orientación, reorientación, realización y control de la actividad docente e investigativa.

Es conveniente sugerir el diseño y desarrollo de un proceso de enseñanza-aprendizaje que ayude a potenciar el trabajo de autodeterminación, autoconocimiento y autoaprendizaje de los estudiantes, con vistas a materializar una educación más socrática, en la cual los estudiantes aprenda a dar las respuestas y también internalice las habilidades necesarias para formular preguntas y de este modo el docente se constituya en el regulador, incitador y moderador de la conversación ofreciendo las ayudas necesarias y suficientes.

En base a las características particulares del experimento, se concluye que las mejores estimaciones de rendimiento de producción forrajera hidropónica a los 15 días con 75% de estimulante, le confieren a éste una alta producción de forraje verde hidropónico, lo cual se traduce con rendimiento productivo, el uso de forraje verde hidropónico se fundamenta como una alternativa sostenible desde los puntos de vista técnico y económico relacionado con otros tipos de dieta. La dificultad en la producción de

forraje verde hidropónico es la calidad de la semilla y la dificultad para conseguirla.

El forraje verde hidropónico es aceptado por el ganado bovino lechero de la zona, por lo que es considerado realizar pruebas y observar el efecto en parámetros productivos y reproductivos, buscar su eficiencia en el uso y optimización de este producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Birgi, J. A., Gargaglione, V., & Utrilla, V. (2018). El forraje verde hidropónico como una alternativa productiva en Patagonia Sur: Productividad y calidad nutricional de dos variedades de cebada (*Hordeum vulgare*). *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 44(3), 316-323.
- Contreras, J., Tunque, M., & Cordero, A. (2015). Rendimiento Hidropónico de la Arveja con Cebada y Trigo en la Producción de Germinados. *Revista Investigación Veterinaria Perú*, 26(1), 9–19. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10910>
- FAO. (2001). Manual Técnico. Forraje Verde Hidropónico. Organización de las Naciones para la agricultura y la alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- Gutiérrez, S., & Chilon, E. (2019). Aplicación de abono orgánico líquido aeróbico en la producción de forraje verde hidropónico, en dos variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Centro Experimental de Cota Cota Application of organic fertilizer aerobic liquid in the production of. *Revista de La Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA*, 5(1), 1430–1440.
- Herrera, A., Depablos, R., López, M., Benezrra, G., y Ríos, L. 2007. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz (*Zea mays* L.). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. *Revista Científica*, XVII (4):372 - 379.
- Jové, J. G., Sierra, J. L. N., & Monclús, G. J. (2012). El análisis de la interacción en el aula en el marco del trabajo por proyectos. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 15(4), 43-55.
- Lomelí Z. H. M. (2000). *Forraje verde hidropónico. El forraje del futuro...Hoy. Agroicultura*. 63. 15-18.
- Marulanda, C., & Izquierdo, J. (2003). *Manual técnico. La huerta hidropónica popular*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Müller, L., Santos, S. Manfron, V. Haut, D. Binotto, S. Medeiros, V. y Dourado, E. (2005). Produção e qualidade bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico. *Uruguaiana, Revista da FAVA*. 12(1):88 - 97.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. FAO. 2002. Manual Técnico: Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile, Chile.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (FAO). 2006. Manual técnico forraje verde hidropónico. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago- Chile. En: <http://www.fao.org/docrep/field/009/ah472s/ah472s00.htm>; consulta: septiembre, 2013.
- Rodríguez, A.2001. Manual Práctico de Hidroponía. Centro de investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Universidad Agraria la Molina. Lima-Perú. pp.56, 57.
- Rodríguez de la R., G. S. (2003). *Forraje verde hidropónico. Hidroponía. Lo más cerca del futuro*: 87-98.
- Sánchez Del Castillo, F., Moreno Pérez, E. D. C., Contreras Magaña, E., & Morales Gómez, J. (2013). Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso de borregos. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(4), 35-43.
- Sánchez, F., Moreno, E., Contreras, E., & Morales, J. (2 de Junio de 2013). Producción de Forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso en borregos. Obtenido de Revista Chapingo: doi: 10.5154/r.rchsh.2012.02.020
- Samperio, G. 1997. Hidroponía Básica. 1ª ed. México, México. Edit. Diana p. 13
- Salisbury, F., Ross, C. (1994). Fisiología Vegetal. *Grupo Editorial Iberoamérica*. pp.367.
- Valdez, M. E. R., Duarte, G. C., & Gallardo, E. O. H. (2009). Producción de forraje verde hidropónico y su aceptación en ganado lechero. *Acta Universitaria*, 19(2), 11-19.
- Vargas-Rodríguez, C. F. (2008). Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agromía mesoamericana*, 19(2), 233-240.
- Zagal, M., González, S., Salgado, S., Escalera, F., Peña, B., & Carrillo, F. (2016). Hydroponics maize green forage production with watering every 24 hours. *Abanico Veterinario*, 6(1), 29–34.