

Preparar el suelo a partir de sus propiedades físicas con una mirada al futuro

Prepare the soil based on its physical properties with a look to the future

Luis Enrique Reinoso Febles¹, Jorge Luis Herrera Malagón², Jorge Luis Mena Lorenzo³

^{1,2} Universidad de Pinar del Río. CUM de Los Palacios

¹Correo electrónico: luis.reinosof@upr.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3314-8736>

²Correo electrónico: jorge.herreram@upr.edu.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8004-5254>

³CECE. Correo electrónico: orgel@upr.edu.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1364-6524>

Recibido: 24 de junio de 2022

Aceptado: 20 de julio de 2022

Resumen

Preparar el suelo agrícola a partir de las propiedades físicas, teniendo en cuenta su conservación y restauración, es una de las habilidades profesionales previstas en el modelo del profesional de la carrera de Agronomía en la Universidad de Pinar del Río (UPR). La formación de la habilidad profesional constituye una problemática y reviste gran importancia en el desempeño profesional del futuro ingeniero, por lo que se intensiona su formación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de Física en la Universidad de Pinar del Río. El artículo percibe como objetivo mostrar los indicadores que define la formación de la habilidad profesional y los resultados alcanzados en un grupo de 18 estudiantes de segundo año, al que se le realizan tres controles en diferentes momentos durante el desarrollo del tema de mecánica clásica. Para cumplir esta meta se elaboran tres situaciones polémicas con las que se validan los resultados mediante un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA). Los resultados alcanzados arrojan que la formación inicial de la habilidad alcanza un cuarto nivel

y se valora de bastante adecuada, porque al emplear la suma de los cuadrados de las desviaciones, el 85,31 por ciento de los estudiantes está determinado por la ejercitación de los indicadores.

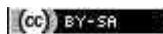
Palabras clave: habilidades profesionales, suelo y propiedades físicas.

Abstract

Preparing the agricultural soil from the physical properties, taking into account its conservation and restoration, is one of the professional skills foreseen in the model of the professional of the Agronomy career at the University of Pinar del Río. The training and development of professional skill is a problem and is of great importance in the professional performance of the future engineer, so their training is intensified during the teaching-learning process of Physics at the University of Pinar del Río. The article aims to show the indicators that define the training and development of professional skill and the results achieved in a group of 18 second-year students, who are subject to three controls at different times during the development of the subject of classical mechanics. To meet this goal, three controversial situations are elaborated with which the results are validated through a double classification analysis of variance (ANOVA). The results achieved show that the initial training of the skill is quite adequate because when using the sum of the squares of the deviations, 85.31 percent of the students are determined by the exercise of the indicators.

Keywords: professional skills, soil and physical properties

Licencia Creative Commons



Introducción

Pandemia, guerras, conflictos regionales, crisis económicas que generan migraciones poblacionales, escasez de alimentos, aumentos de precios, inseguridad alimentaria, intensificación del cambio climático y la degradación ambiental, hacen que el inicio del siglo XXI presente desafíos sin precedentes, para el mundo.

Esta realidad impone un retroceso en la Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible "Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover una agricultura sostenible" [1 p 11]. Poder cumplir con ellos lleva implícito una transformación del paradigma de desarrollo actual, en uno que nos lleve por la vía del desarrollo sostenible, inclusivo, en el que se tenga en cuenta la inversión y las buenas prácticas de preparación del suelo.

La conservación y restauración de éste es responsabilidad del hombre. Su implementación requiere soluciones integrales que involucren información actualizada, investigación, inversión e implementación de buenas prácticas, a los sistemas agroalimentarios en el corto, mediano y largo plazo. Esencialmente, toda la vida depende del suelo, no puede haber vida sin suelo, ni suelo sin vida; han evolucionado juntos [2]. Además, se debe tener en cuenta que:

- El 31,8 por ciento de la población mundial hoy vive en el campo y es la principal responsable de producir alimentos saludables, nutritivos, inocuos sanos, bajo una adecuada gestión ambiental para más de 7,954539 mil millones de habitantes en la actualidad los que se incrementarán en 2000 mil millones para el 2050 [2].
- Se necesitarán 400 millones de hectáreas de suelo agrícola a nivel global para satisfacer la demanda de alimentos mundial [3].
- La degradación del suelo y la sequía afectan 12000 millones de hectáreas de tierra productiva anualmente y se convierten en baldías [1], debido a la acción antrópica [2].
- Los estudios realizados sobre los efectos del cambio climático en los cultivos señalan una disminución del 70 % en el rendimiento de los cultivos para 2030, así como pérdidas de rendimiento de entre el 10 y 50 % en la mitad de dichos estudios por la degradación de los suelos [3].
- Detener la contaminación del suelo porque el 95 % de los alimentos y las fibras provienen de él, el 99,9 % del agua dulce pasa a través del éste y la mitad del ciclo del agua ocurre en él [4].

- El tiempo de formación de un centímetro de suelo radica entre los 100 - 400 años y se requieren de tres mil a doce mil años para que sea productivo, lo que hace que el suelo sea uno de los recursos naturales más valioso de un país [5].
- La productividad agrícola mundial es 21 % más baja de lo que podría haber sido sin el cambio climático. Esto equivale a perder unos siete años de aumentos de productividad agrícola desde la década de 1960 [6].
- Cuando las máquinas de labranza, los equipos de laboreo, los sistemas de cultivo y el pastoreo no son adecuados, ayudan a ciertos agentes naturales especialmente la lluvia y el viento, a producir una degradación en el suelo que se conoce como erosión.
- El suelo es la base del sistema agroalimentario y el medio en el que crecen casi todos los cultivos que producen alimentos: cerca del 95% de los alimentos que consumimos provienen de éste.
- En un metro cúbico se puede almacenar hasta 600 litros de agua, lo que permite que los cultivos crezcan incluso durante los períodos de sequía.
- Después de los océanos, el suelo es el mayor almacén de carbono activo.

Mitigar la degradación del suelo requiere de aprovechar oportunamente las experiencias e investigaciones existente de todas las ciencias y las intencionalidades política en todos los territorios.

Bajo estas circunstancias la formación profesional del futuro ingeniero agrónomo en la actualidad, es un reto. Su principal recurso, el suelo ha sido explotado de forma indiscriminada por siglos, generando impactos negativos en el medio ambiente, afectando su disponibilidad y provocando un sensible impacto en la calidad de vida.

La situación descrita no solo implica conocer el estado actual de los suelos, sino, de saber cómo prepararlos teniendo en cuenta su conservación y restauración. Por ello se necesita formar y desarrollar la habilidad profesional preparar el suelo agrícola a partir de las propiedades físicas; teniendo en cuenta la conservación y restauración de su capacidad agroproductiva, en los profesionales de formación de la carrera de Agronomía, ya que es un recurso natural no renovable.

El presente artículo tiene como objetivo definir los indicadores para la formación de la habilidad profesional. Se desarrolla un experimento tomando un grupo de 18 estudiantes de segundo año, al que se le realizan tres controles en diferentes momentos durante el tema de mecánica clásica y se elaboran tres situaciones polémicas para validar los resultados haciendo un análisis

de varianza de clasificación doble (ANOVA), empleando la suma de los cuadrados de las desviaciones: $Q_t = Q_e + Q_d + Q_r$

Desarrollo

La preparación del suelo agrícola a partir de sus propiedades físicas. Indicadores y niveles para su medición.

Una de las habilidades específicas diseñadas en el Modelo del profesional del Ingeniero Agrónomo, es: preparar el suelo agrícola a partir de las propiedades físicas, teniendo en cuenta la conservación y restauración de su capacidad agroproductiva como recurso natural no renovable durante el proceso de enseñanza - aprendizaje de Física que se desarrolla en la carrera de Agronomía en la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Esta habilidad adquiere en la actualidad vital importancia al ser declarada la producción de alimentos por la máxima dirección del país como un asunto de seguridad nacional, que posibilita alcanzar la soberanía alimentaria.

Se puede formar dicha habilidad, a partir de las diferentes labores ordinarias (rotura, cruce y/o picadura y mullido) y profundas que se le realizan al suelo agrícola, para restablecer sus propiedades físicas (porosidad, densidad real y compactación del suelo), teniendo en cuenta la conservación de su capacidad agroproductiva.

Ello conlleva a diseñar un sistema de situaciones polémica, es decir, "circunstancias que reflejan la relación contradictoria entre el sujeto y el objeto del conocimiento en el proceso de aprendizaje. El educador sitúa al educando ante algo que conoce y desconoce parcial o totalmente; ese estado es el que lo motiva a la búsqueda para poder dar respuesta, ese momento en el que capta la contradicción en la situación problémica" [7 p 94]. Bajo estas situaciones el estudiante debe conocer los siguientes indicadores:

- Dimensiones del área a cultivar (ancho y largo).
- Tipo de cultivo.
- Longitud de la raíz del cultivo que estaba sembrado.
- Profundidad de la labor (según la longitud de la raíz del cultivo anterior).
- Pendiente del terreno.
- Tipo de suelo.
- Textura del suelo (arcilloso, limoso, arenoso y franco) según el porcentaje de cada partícula.
- Valores de la densidad aparente según el tipo de suelo (kg/m^3) antes de la preparación, en la primera, segunda y tercera labor.

- Valor de la densidad real (kg/m^3)
- Porosidad según el tipo de suelo (arenoso, limoso o franco) antes de la preparación, en la primera, segunda y tercera labor.
- Macroporosidad según el tipo de suelo (arenoso, limoso o franco) antes de la preparación, en la primera, segunda y tercera labor.
- Microporosidad según el tipo de suelo (arenoso, limoso o franco) antes de la preparación, en la primera, segunda y tercera labor.
- Dirección de la primera labor a realizar (Norte-Sur; Este-Oeste).
- Tipo de movimiento mecánico (Inicio, medio y al final).
- Modelo del tractor que realizará la preparación del suelo.
- Tipo de tracción del tractor (simple, asistida o doble).
- Potencia nominal (kW)
- Eficiencia de tracción del tractor según el tipo de suelo.
- Potencia en la barra de tiro del tracto expresada en (kW, CV y HP) según el tipo de suelo
- Apero que se utiliza para realizar la preparación del suelo.
- Profundidad a la que se realiza la labor.
- Peso bruto del tractor (convertir de Kgf a KN).
- Fuerza estática y dinámica con la que compacta el suelo el tractor conociendo que: desde el punto de vista estático el 40 % del peso bruto del tractor recae sobre el eje delantero y el 60 % en el eje trasero y desde el punto de vista dinámico se corresponde con el 30 y el 70 % respectivamente.

Para medir estos indicadores se tiene en cuenta:

- El porcentaje de indicadores ejecutados para resolver la situación problemática y que están relacionados con la etapa de formación de la habilidad profesional.
- Independencia en la ejecución
- Aplicación correcta de los indicadores sobre la base de las leyes, principios y conceptos físicos.
- Ajuste al tiempo designado para hacerlo.
- Autovaloración realizada del resultado alcanzado.

A partir de estos indicadores se determinaron cinco niveles para determinar el nivel de conocimiento adquirido por el estudiante en la etapa de formación de la habilidad profesional.

1. Primer nivel. Formación inicial no adecuada del conocimiento de los indicadores de la habilidad profesional. Valoración de un punto. Cuando el estudiante ejecuta entre el (0 – 20) por ciento de los 34 indicadores diseñados, por lo que nunca contribuyen a la formación de la habilidad; no los ejecuta con independencia, los aplica incorrectamente sobre la base de las leyes, principios y conceptos físicos; no se ajusta al tiempo designado para hacerlo y su autovaloración no es correcta del resultado alcanzado.
2. Segundo nivel. Formación inicial poco adecuada del conocimiento de los indicadores de la habilidad profesional. Valoración de dos puntos. Cuando el estudiante ejecuta entre el (21 - 40) por ciento de los 34 indicadores diseñados, por lo que casi nunca estos indicadores contribuyen a la formación de la habilidad; no los ejecuta con independencia, los aplica incorrectamente sobre la base de las leyes, principios y conceptos físicos; no se ajusta al tiempo designado para hacerlo y su autovaloración del resultado alcanzado no es correcta.
3. Tercer nivel. Formación inicial adecuada del conocimiento de los indicadores de la habilidad profesional. Valoración de tres puntos. Cuando el estudiante ejecuta entre el (41 -60) por ciento de los 34 indicadores diseñados, por lo que regularmente estos indicadores contribuyen a la formación de la habilidad; los ejecuta con alguna independencia, los aplica correctamente sobre la base de las leyes, principios y conceptos físicos; se ajusta al tiempo designado para hacerlo y su autovaloración del resultado alcanzado es correcta.
4. Cuarto nivel. Formación inicial bastante adecuada del conocimiento de los indicadores de la habilidad profesional. Valoración de cuatro puntos Cuando el estudiante ejecuta entre el (61 -80) por ciento de los 34 indicadores diseñados casi siempre: contribuye a la formación de la habilidad; los ejecuta con independencia, los aplica correctamente sobre la base de las leyes, principios y conceptos físicos; se ajusta al tiempo designado para hacerlo y su autovaloración del resultado alcanzado es correcta.
5. Quinto nivel. Formación inicial muy adecuada del conocimiento de los indicadores de la habilidad profesional. Valoración de cinco puntos. Cuando el estudiante ejecuta más del 81 por ciento de los 34 indicadores diseñados siempre: contribuye a la formación de la habilidad; los ejecuta con independencia, los aplica correctamente sobre la base de las leyes, principios y conceptos físicos; se ajusta al tiempo designado para hacerlo y su autovaloración del resultado alcanzado es correcta.

Ejemplo de situación polémica para formar la habilidad preparar el suelo a partir de sus propiedades físicas, teniendo en cuenta su conservación y restauración, en los estudiantes de segundo año de la carrera de Agronomía durante el PEA de la Física que se desarrolla en la UPR.

En la elaboración de las situaciones polémicas se ha contado con los datos técnicos de las Empresas Agroindustrial de Granos, Agropecuaria Cubaquivir, el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) la Unidad Científico Tecnológica de Base "Los Palacios" y los datos técnicos del Manual del operario del tractor New Holland TM7040.

A un pequeño agricultor se le asigna un área que tiene 36780,00 cm y 720000,00 mm de ancho y largo, con una pendiente de 0,0050 en la dirección Norte a Sur. Una investigación realizada arroja como resultado de las propiedades físicas del suelo que tiene una textura franco arcilloso (pesado), con densidades real y aparente de $2,65 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ $1,80 \text{ g/cm}^3$ respectivamente y microporosidad de un 3,00 porciento. Además, se conoce que lleva en barbecho más de 113529600,0 s y estaba sembrada de King Grass, gramínea que constituye una importante reserva para los períodos de poca disponibilidad de alimentos para los animales. Sus raíces forman cepas muy compactas y sólidas que pueden alcanzar hasta 120,0 m de profundidad.

Por las características del suelo uno de los cultivos que se quiere sembrar es el frijol, cuyo nombre científico es (*Phaseolus vulgaris*). Planta originaria de América que se cultiva en todo el mundo. Existen muchas variedades y de ellas se consumen tanto las vainas verdes (judías verdes o chauchas) como los granos secos. Su siembra debe realizarse entre el 21 de marzo hasta 21 de junio y la profundidad de sus raíces es de 400 - 600 mm.

Esta labor se realiza con un tractor New Holland TM7060 con las siguientes prestaciones: potencia y velocidad nominal de 157,00 kw y 2200 rpm, con un peso de 12000,00 kgf, fuerza de tiro de 57,67 kN; neumático trasero 14,9R-46 y genera 9,0 % de patinamiento en con el suelo. La eficiencia del rendimiento del motor es del 90 porciento y de tracción asistida.

Al mismo se le acopla un subsolador de siete púas con dos rodillos acolados que tienen 0,45 y 3,00 m de largo y ancho que tienen 0,45 y 3,00 m largo y ancho respectivamente para mullir el suelo e incorpora los residuos de cosecha entre 15-20 cm de profundidad. El apero demanda una potencia de 130 CV y ejerce una fuerza de resistencia equivalente a 31,88 kN con un coeficiente de resistencia de $3,375 \text{ kN/m}^2$ y rotura el suelo por debajo de la capa arable sin voltearlo. El conjunto tractor – apero se mueve con una velocidad de 3,89 m/s.

Esta labor de subsolado posibilita mejorar: la aireación del suelo, la infiltración del agua, la penetración de las raíces, el aumento de la porosidad a lo largo de todo el perfil labrado y la conservación del suelo contra los efectos erosivos de la lluvia y del viento, además de mantener gran parte de los residuos de cosecha sobre la superficie y disminuir la descompactación.

Teniendo en cuenta la situación descrita señale la respuesta correcta en cada caso y fundaméntela cuali - cuantitativamente según corresponda.

- a) Cuantas caballerías tiene que preparar el campesino: ___ 1.5; ___ 1.97; ___ 2.10; ___ 2,22.
- b) Cuantos años llevan en barbecho: ___ 3,00; ___ 3,30; ___ 3,50 ___ 3,80.
- c) Se conoce que la longitud promedio de la raíz de la plántula de frijol es 500 mm por lo que la profundidad del surco según la raíz activa debe ser de: ___ 0,35; ___ 0,37; ___ 0,39 m.
- d) La máxima elevación del terreno en la parte Norte del área es de: _ 3,60; _ 3,80; _ 4,00.
- e) Un suelo franco arcilloso presenta menos del 52 por ciento de arena, entre un 7 y el 27 por ciento de arcilla y de limo un: ___ (28,0 a 50,0); ___ (30,0 a 52,0); ___ (35,0 a 60,0) por ciento.
- f) La densidad aparente $1,80 \text{ g/cm}^3$ del suelo es equivalente a: _ $1,80 \text{ Kg/m}^3$; _ $1,80 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$; _ $1,80 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}^3$.
- g) La porosidad del suelo antes de la preparación es de: ___ 29,05; ___ 32,08; ___ 34,05 por ciento.
- h) La cantidad de aire que hay en el suelo analizado antes de la preparación es de: ___ 24,05; ___ 26,08; ___ 29,08 por ciento.
- i) El estudio realizado del suelo permite afirmar que el crecimiento radicular de la plántula de frijol no crecerá porque está compactado, debido entre otras causas a que el porcentaje de agua existente en el suelo es de: ___ 1,02; ___ 2,0 ___ 3,00; ___ 4,02 por ciento.
- j) Las labores de subsolado permiten mejorar las condiciones óptimas en el suelo al transforma la densidad aparente del mismo es de $1,325 \text{ kg/m}^3$, ello posibilita que la compactación del mismo disminuya, aumente la aireación del suelo y se retenga la humedad del mismo ya que la porosidad es de: (_43,00; ___ 46,40; ___ 50,00) por ciento.
- k) El tipo de movimiento mecánico que tiene el conjunto tractor - apero al inicio del surco es:
l) ___ movimiento rectilíneo uniforme; ___ movimiento rectilíneo uniformemente acelerado; ___ movimiento rectilíneo uniformemente retardado; porque su velocidad: ___ aumenta; ___ disminuye; ___ permanece constante durante el intervalo.

- m) El conjunto tractor - apero tiene un movimiento rectilíneo uniforme, ya que su velocidad media real es constante equivalente a: ___ 9,36 km/h; ___ 10,69 km/h; ___ 12,46 km/h
- n) El tractor tiene tracción asistida porque tracciona con las ruedas: ___ motrices; ___ delanteras; ___ ambas.
- o) El sentido de la labor se debe realizar en la dirección N-S porque el valor de la pendiente es: ___ pequeña; ___ mediana; ___ muy grande.
- p) La segunda labor de rotura se realiza respecto a la primera, en la dirección: ___ perpendicular; ___ paralela y en sentido contrario; ___ formando un ángulo de 30°.
- q) La potencia nominal del tractor es de 157,00 kW y es equivalente a: _ 205,50_ 210,03; _ 213,52 (CV)
- r) Bajo estas condiciones la eficiencia de tracción del tractor según el tipo de suelo se aproxima a: _ 0,55_ 0,62; _ 0,65
- s) La potencia en la barra de tiro del tracto bajo estas condiciones es de: _ 120,50_ 130,78; _ 135,68 (Hp)
- t) Fuerza neta del tractor según el tipo de suelo es de: ___ 25,79; ___ 28,33; ___ 30,21 kN
- u) Se conoce que cuando el tractor está en movimiento el 30,0% del peso total compacta el suelo, por lo que la rueda motriz ejerce una fuerza de: _70,40; ___ 78,10; ___ 82,40 kN.

Experimento para determinar el nivel de formación de la habilidad profesional.

Para determinar el nivel de formación de la habilidad profesional del ingeniero agrónomo durante el proceso de enseñanza - aprendizaje de Física, se tomó como muestra un grupo de 18 estudiantes de segundo año, al que se le realizaron tres pruebas en diferentes momentos. Se diseñaron varias situaciones problemáticas en función de los indicadores de la habilidad profesional en el tema de Mecánica que se imparte en la asignatura. Se utilizó una escala ordinal y la moda como estadígrafo matemático en cada prueba, para medir los indicadores definidos en la formación de la habilidad profesional.

En la primera prueba se observa que la formación inicial de la habilidad profesional es poco adecuada y valorada con dos puntos, pues la frecuencia de la calificación que más se repite (moda) es la calificación de dos puntos, por lo que casi nunca estos contribuyen a la formación de la habilidad, ya que ellos solo ejecutan entre el (21-40) porciento de los 34 indicadores diseñados, los aplica incorrectamente; no se ajusta al tiempo designado para hacerlo y su autovaloración no es correcta del resultado alcanzado.



Gráfica 1. Valores que con mayor frecuencia se repiten en las tres pruebas. Fuente: elaboración propia

En la segunda prueba se observa una mejoría alcanzándose el tercer nivel en la formación inicial adecuada de la habilidad profesional y se valora con tres puntos coincidiendo con el valor más repetido en cada indicador evaluado. El estudiante ejecuta entre el (41 -60) por ciento de los 34 indicadores diseñados, los ejecuta con alguna independencia, los aplica correctamente sobre la base de las leyes, principios y conceptos físicos; se ajusta al tiempo escogido, haciendo autovaloraciones correctas, aunque debe corregir algunos errores en los resultados alcanzados.

En la última prueba se evalúa de cinco puntos para una formación inicial de muy adecuada. Los estudiantes estudiante ejecutan más del 81 por ciento de los 34 indicadores diseñados; los ejecuta con independencia y aplican correctamente ajustándose al tiempo y realizando correctas autovaloraciones.

A partir de los resultados alcanzados en cada prueba, hace hizo necesario esclarecer si estos son confiables, por lo que se realiza un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA) y se emplea la suma de los cuadrados de las desviaciones: $Q_T = Q_E + Q_G + Q_R$

Se formula la siguiente hipótesis:

H₀: la mediana de las calificaciones que reciben los indicadores empíricos de la habilidad en formación y desarrollo al inicio del tema de mecánica en el grupo es igual a la mediana de las calificaciones que reciben los indicadores de la habilidad en formación y desarrollo al inicio del tema de mecánica en el grupo.

H₁: la mediana de las calificaciones que reciben los indicadores empíricos de la habilidad en formación y desarrollo al inicio del tema de mecánica en el grupo es menor a la mediana de la habilidad en formación y desarrollo al final del tema de mecánica en el grupo.

La metodología empleada.

1. Calcular el número de total de las mediciones del experimento. $N = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_4 = 54$
2. Determinar la cantidad de veces que se controla la habilidad $K = 3$
3. Calcular el valor de las sumas de las filas, o sea $P_{\text{fila}} = X$
4. Calcular los valores de los cuadrados de la suma de las filas $(P_{\text{fila}})^2 = X^2$
5. Calcular la suma de los valores de las columnas. $(P_{\text{columna}}) = Y_1 + Y_2 + Y_3.$
6. Calcular la suma de los cuadrados de la suma de las columnas $\sum(\sum X_{cc})^2$
7. Calcular el promedio total y por grupo a partir de la suma de los valores por columna dividida entre la cantidad de educando y posteriormente la suma de los promedios individuales divididos entre la cantidad de promedios calculados.
8. Comparar los promedios de las mediciones en los diferentes momentos y ver si se diferencian entre sí. Entonces resta demostrar que la diferencia es confiable.
9. Calcular la suma de los cuadrados de todos los valores X de la tabla.

$$(X_{\text{fila}})^2 = (C_{1.1})^2 + (C_{1.2})^2 + (C_{1.3})^2 + (C_{1.4})^2 + \dots + (N_{2.9})^2$$

10. Calcular el valor de la variación total por la fórmula: $Q_T = \sum \sum X^2 - \frac{(\sum \sum X_F)^2}{n \cdot K}$

11. Calcular el valor de la variación intergrupala por la fórmula. $Q_E = \frac{\sum(\sum X_{cc})^2}{n} - \frac{(\sum \sum X_F)^2}{n \cdot K}$

11. Calcular el valor de la variación intragrupal por la fórmula. $Q_d = \frac{\sum(\sum X_{FF})^2}{K} - \frac{(\sum \sum X_F)^2}{n \cdot K}$

12. Calcular el valor de la variación residual por la fórmula. $Q_R = Q_T - Q_E - Q_d$

13. Calcular la varianza total por la formula. $\sigma_T^2 = \frac{Q_T}{N-1}$

14. Calcular la varianza intergrupala por la formula. $\sigma_E^2 = \frac{Q_E}{K-1}$

15. Calcular la varianza intragrupal por la formula. $\sigma_d^2 = \frac{Q_d}{n-1}$

16. Calcular la varianza residual por la formula. $\sigma_R^2 = \frac{Q_R}{(n-1) \cdot (K-1)}$

17. Para la comprobación de la hipótesis H_0 , calcular el valor de F calculada: $F_c = \frac{\sigma_E^2}{\sigma_R^2}$

Utilizando la tabla de la distribución teórica de Fisher para $\alpha = 0,05$ y un número de grado de libertad de $v_1 = k - 1 = 2$ (el numerado) y $v_2 = (k - 1)(n - 1) = (3 - 1)(18 - 1) = 54$ (denominador); el valor crítico es $F_{\alpha, v_1, v_2} = 3,15$.

Como la Fuerza Crítica (3,15) < Fuerza calculada (251,97); la hipótesis estadística propuesta $H_0 = (\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3)$ se rechaza con una probabilidad de $q=1-0,005= 0,95$. Por consiguiente los estudiantes mejoraron considerablemente los indicadores para formar la habilidad profesional durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados finales del análisis de varianzas.

Variación	Suma de los cuadrados	Número de grados de libertad	Dispersión	Criterio de distribución teórica de Fisher
Q Total	1460,04	N-1 54-1	$\sigma_T^2 = 27,55$	
Q Intragrupal	46,37	n-1 18-1=53	$\sigma_G^2 = 2,73$	
Q Intergrupal	124,59	k-1 3-1=2	$\sigma_E^2 = 622,80$	$F_{Calculada} = 251,97$ $= 0,05$ $F(1; 17; 53) = 3,15$
Q Residual	168,07	(n-1)*(k-1) (18-1)(3-1)	$\sigma_R^2 = 4,94$	

Conclusiones

Medir el nivel de formación de la habilidad profesional preparar el suelo agrícola, a partir de las propiedades físicas del suelo teniendo en cuenta su conservación y restauración, en los estudiantes de segundo año durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en la carrera de Agronomía en la UPR, arrojó que se mejoró progresivamente, hasta llegar al cuarto nivel por lo que se valora de bastante adecuada, ya que:

- La variación total de los resultados (la suma de los cuadrados de las desviaciones respecto al promedio total) es de 85,31 por ciento, lo que significa que el resultado alcanzado se debe a la ejercitación de los indicadores que permiten la formación de la habilidad profesional.
- Los estudiantes ejecutan más del 81 por ciento de los 34 indicadores diseñados; los ejecuta con independencia y aplican correctamente, ajustándose al tiempo y realizando correctas autovaloraciones.
- La frecuencia de las calificaciones alcanzadas en los indicadores que miden la habilidad en formación es de cinco puntos.

Referencias bibliográficas

1. Organización de las Naciones Unidas. Cambio Climático. [Internet]; 2019. Disponible en: <https://unfccc.int/es/news/ipcc-la-tierra-es-un-recurso-decisivo-para-la-solucion-al-cambio-climatico>.
2. Koo J (et all). Land and soil management: promoting healthy soils for healthier agricultural systems. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, Estados Unidos de América.
3. Challinor AJ, Watson J, Lobell DB, Howden SM, Smith DRyCN. "A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation". Nature Climate Change. 2014; 4(4): p. 287-291.
4. Channarayappa CyBD. Soil basics, management and rhizosphere engineering for sustainable agriculture. [Internet]; 2018. Acceso 18 de Marzode 2022. Disponible en: <https://www.routledge.com/Soil-Basics-Management-and-Rhizosphere-Engineering-for-Sustainable-Agriculture/C-Biradar/p/book/9781138486928>.
5. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). La tierra es un recurso decisivo, según un informe del IPCC. Se encuentra sujeta a la presión del ser humano y del cambio climático, pero es parte de la solución. [Internet]; 2019. Acceso 12 de Agostode 2021. Disponible en: <https://unfccc.int/es/news/ipcc-la-tierra-es-un-recurso-decisivo-para-la-solucion-al-cambio-climatico>.
6. Ortiz-Bobea A, Ault TR, Carrillo CM, Chambers R, Lobell DB. Nature Climate Change. [Internet]; 2021. Acceso 17 de Juniode 2022. Disponible en: <http://www.nature.com/articles/s41558-021-01000-1>.
7. Martínez M, Hernández J. La creatividad en la educación. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.; 2004.
8. Channarayappa C, Biradar D. Soil basics, management and rhizosphere engineering for sustainable agriculture. [Digital].; 2018. Acceso 18 de Marzo de 2022. Disponible en: <https://www.routledge.com/Soil-Basics-Management-and-Rhizosphere-Engineering-for-Sustainable-Agriculture/C-Biradar/p/book/9781138486928>.
9. World Population Growth. Worldometers. [Internet]; 2022. Acceso 21 de Marzode 2002. Disponible en: <https://www.worldometers.info/es/poblacion-mundial/>.
10. Campari J. Los sistemas alimentarios y la propuesta de vías de acción y objetivos de investigación. Tele conferencia..

11. Antón S. Suelos en Cuba, cuestión de hoy para mañana. Granma. Órgano Oficial del Comité Central del Partido Comunista de Cuba. 10 Mayo 2018: p. 8.
12. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Una mirada hacia América Latina y el Caribe. San José. Costa Rica.
13. Campari J. Los sistemas alimentarios y la propuesta de vías de acción y objetivos de investigación [Mp4].; 2021. Acceso 15 de Enero de 2022. Disponible en: <https://vimeo.com/561106131/afe5fe6bb7>.
14. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América latina y el caribe. Nueva York: Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
15. Cox C. Healthy soils for global sustainable development. Washington D. C.: (IFRRI. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, Estados Unidos de América, IFPR (Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias).
16. World Population Growth. Worldometer. [Internet]; 2022. Acceso 20 de Febrero de 2021. Disponible en: <https://www.worldometers.info/es/poblacion-mundial/#density>.

Contribución de autoría

El autor principal del artículo es Luis Enrique Reinoso Febles ya que esta investigación forma parte de su doctorado. Los autores Jorge Luis Mena y Jorge Luis Herrera Malagón contribuyeron con ideas, sugerencias y revisión final del artículo. Todos revisaron y aprobaron el contenido final.

Conflicto de intereses

Todos los autores del artículo declaramos que estamos totalmente de acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final. Además, no existen conflictos de intereses con otros investigadores u otras organizaciones académicas o científicas.

Autores

Luis Enrique Reinoso Febles. Máster en Ciencias, Profesor Auxiliar. Subdirector de Formación del CUM de Los Palacios.

Jorge Luis Herrera Malagón. Doctor en Ciencias Políticas. Profesor Titular. CUM: Los Palacios. Universidad de Pinar del Río

Jorge Luis Mena Lorenzo. Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor Titular. CECE.

